ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition catalytique des éthers formiques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

Dans une Communication antérieure ([1]), nous avons indiqué que les éthers-sels fournis par les alcools primaires forméniques avec les acides forméniques, autres que l'*acide formique*, sont aisément dédoublés au-dessous de 400°, au contact de divers oxydes catalyseurs, tels que l'oxyde de thorium. La réaction qui domine le dédoublement est

$$2(RCO^2C^nH^{2n+1}) = \underset{\text{acétone}}{RCOR} + CO^2 + \underset{\text{éther-oxyde}}{(C^nH^{2n+1})^2O},$$

l'éther-oxyde ne subsistant que dans le cas des éthers méthyliques ; dans tous les autres cas, se dédoublant en carbure éthylénique et eau. Cette eau peut d'ailleurs agir de suite sur une portion de l'éther-sel pour le saponifier en formant l'alcool et l'acide, qui, suivant leurs conditions de stabilité relative, peuvent subsister ou subir à leur tour l'action dédoublante spéciale des catalyseurs.

Il était intéressant de savoir si la réaction serait de même nature pour les éthers formiques, issus d'un acide qui est déjà, aux températures inférieures à 300°, décomposé rapidement par les catalyseurs, métaux ou oxydes, comme nous l'avons fait connaître dans une Note précédente ([2]), cette

([1]) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 669.

([2]) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Ibid.*, p. 1212.

destruction ayant d'ailleurs lieu surtout dans deux directions différentes, soit en $CO + H^2O$ (oxyde titanique, etc.), soit en $CO^2 + H^2$ (métaux divisés, oxyde de zinc, etc.), quelques oxydes procurant à la fois les deux modes (oxydes de thorium, manganeux, etc.).

En l'absence de catalyseurs, les éthers formiques des alcools primaires présentent une stabilité assez grande : ainsi, quand on dirige dans un tube de verre vide maintenu à 400° les vapeurs de formiate d'éthyle, on n'observe aucun dédoublement appréciable. La destruction est au contraire très rapide en présence des divers catalyseurs de l'acide formique, et elle commence à se produire à des températures moins élevées que pour les éthers des autres acides forméniques, mais plus hautes que pour l'acide formique libre.

La réaction rappelée plus haut pour le dédoublement des éthers-sels devient ceci

$$(1) \qquad 2(HCO^2C^nH^{2n+1}) = \underset{\text{méthanal}}{HCOH} + CO^2 + \underset{\text{éther-oxyde}}{(C^nH^{2n+1})^2O}$$

ou

$$= HCOH + CO^2 + H^2O + 2C^nH^{2n}.$$

Elle a lieu effectivement dans une certaine mesure, le méthanal produit étant plus ou moins dédoublé en $CO + H^2$.

Mais, quel que soit le catalyseur, la réaction dominante est ici nettement dans tous les cas

$$(2) \qquad HCO^2C^nH^{2n+1} = CO + \underset{\text{alcool}}{C^nH^{2n+1}OH}.$$

Cette réaction, qui n'avait pas d'analogue pour les éthers des autres acides forméniques, est due sans doute à la mobilité spéciale de l'atome d'hydrogène qui permet le retour à l'alcool, par un simple dégagement d'oxyde de carbone.

Une portion de l'alcool ainsi engendré est catalysé à la température de la réaction soit en carbure éthylénique et eau (cas de l'oxyde de thorium), soit en aldéhyde et hydrogène (cas des métaux, de l'oxyde manganeux), soit des deux manières à la fois.

L'eau mise en liberté soit par la réaction (1), soit par le dédoublement de l'alcool naissant issu de la réaction (2), tend à saponifier immédiatement une partie de l'éther en alcool et en *acide formique* libre, qui est alors détruit par le catalyseur selon un mode déjà décrit.

La réation (2) prédomine d'autant plus qu'elle est plus rapide, par rapport à la réaction (1) et aux réactions secondaires consécutives.

Oxyde titanique. — Au contact d'oxyde titanique au-dessus de 250°, la réaction (2) est à peu près exclusive. Avec le *formiate de méthyle*, on obtient de l'alcool méthylique ainsi que de l'oxyde de méthyle issu de sa déshydratation partielle : le gaz recueilli sur l'eau est de l'oxyde de carbone, sensiblement pur, sans anhydride carbonique, parce que la destruction de l'acide formique qui a pu être libéré fournit ici seulement de l'oyde de carbone et de l'eau.

Le *formiate d'isoamyle* fournit de même un dégagement d'oxyde de carbone pur et le liquide condensé est formé d'alcool isoamylique contenant un peu d'amylène et des traces d'aldéhyde isoamylique.

Oxyde de zinc. — Contrairement à l'oxyde titanique qui catalyse l'acide formique en oxyde de carbone et eau, l'oxyde de zinc le dédouble en anhydride carbonique et hydrogène.

Néanmoins c'est encore la réaction (2) qui se produit à peu près seule dans tous les cas. A 270°, le *formiate de méthyle* donne seulement de l'oxyde de carbone et de l'alcool méthylique, qui est très faiblement catalysé par l'oxyde de zinc.

Le *formiate d'éthyle* fournit à 250° de l'alcool méthylique, plus fragile, dont le quart environ est détruit en éthylène et eau; l'acide formique qui provient de l'action saponifiante de cette dernière se scinde sur l'oxyde de zinc en hydrogène et anhydride carbonique. Aussi le gaz recueilli contient avec 60 pour 100 d'oxyde de carbone, 40 pour 100 d'un mélange à volumes sensiblement égaux d'anhydride carbonique, d'éthylène et d'hydrogène. Des traces d'éthanal proviennent de la déshydrogénation d'une faible dose d'alcool.

On observe une réaction tout à fait analogue avec les *formiates de propyle* et *d'isoamyle*.

Oxyde de thorium. — L'oxyde de thorium est pour l'acide formique un catalyseur mixte; il en est de même dans le cas des éthers formiques, où il fournit à la fois les réactions (1) et (2), avec, néanmoins, prédominance de cette dernière.

Le *formiate de méthyle* fournit à 300° du méthanal et de l'alcool méthylique, à côté d'oxyde de méthyle. Le gaz recueilli sur l'eau est formé par de

l'oxyde de carbone contenant environ 10 pour 100 d'anhydride carbonique et une faible dose d'hydrogène.

Le *formiate d'éthyle* ne subit à 290° qu'une décomposition lente : il y a production de méthanal, d'alcool et d'oxyde d'éthyle. Le gaz recueilli est de l'oxyde de carbone, renfermant 25 pour 100 d'anhydride carbonique, et environ 3 pour 100 d'éthylène.

Aux températures plus hautes, l'oxyde d'éthyle disparaît et est remplacé par de l'éthylène : l'importance de la réaction (2) s'accroît. Ainsi à 300°, on recueille de l'alcool contenant une certaine dose de méthanal ; le gaz dégagé est de l'oxyde de carbone renfermant 16 pour 100 d'éthylène avec une proportion peu différente d'anhydride carbonique.

Le *formiate d'amyle* subit un dédoublement de même genre.

Métaux catalyseurs. — Les métaux divisés, platine, nickel, cuivre, catalysent rapidement l'acide formique en anhydride carbonique et hydrogène. Leur action s'exerce facilement sur les éthers formiques, au-dessus de 220° pour le nickel, de 270° pour le platine, de 350° pour le cuivre. La réaction (1) a lieu faiblement et procure une certaine dose de méthanal, d'anhydride carbonique, et de carbure éthylénique ou d'oxyde. Mais la réaction (2) prédomine et fournit, à côté d'oxyde de carbone dégagé, l'alcool, sur lequel le métal divisé agit rapidement pour le déshydrogéner en aldéhyde. Celle-ci survit assez bien dans le cas du cuivre ou du nickel à température basse, mais est en majeure partie dédoublée avec le platine ou avec le nickel à température élevée, selon un mécanisme qui a été étudié autrefois par l'un de nous [1].

Par exemple, dans l'action exercée sur le *formiate d'isoamyle* par le nickel réduit, vers 240°, on recueille un liquide qui contient de l'amylène, de l'alcool isoamylique, du méthanal et de l'aldéhyde isoamylique. Le gaz dégagé est de l'oxyde de carbone, contenant 6 pour 100 d'anhydride carbonique, ainsi qu'une certaine dose d'hydrogène et d'hydrocarbures forméniques, issus de la dissociation de l'aldéhyde, et de méthane produit par l'hydrogénation partielle de l'oxyde de carbone au contact du métal.

M. G. BIGOURDAN fait hommage à l'Académie de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1912 et du Tome huitième des *Annales du Bureau des Longitudes*.

---

[1] PAUL SABATIER et SENDERENS, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 467.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure intitulée *Université royale Frédéric à Christiania*, par Chr.-Aug. Orland, et plusieurs Volumes, en langue danoise, relatifs à l'histoire de cette Université de 1811 à 1911, et à la biographie des membres du corps enseignant et des bibliothécaires.

2° Lucien Picqué. *Psychopathies et Chirurgie*. I. *Doctrines et faits*. (Présenté par M. Léon Labbé.)

3° Observatoire de Toulouse. *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes*. Tome II : zone $+8^\circ$ à $+10^\circ$. Deuxième fascicule : de $6^h 8^m$ à 24^h. (Adressé par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

M. et M^me^ **Victor Henri** adressent des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle comète à courte période.* Note de M. **G. Fayet**, présentée par M. Bassot.

Le 30 novembre dernier, M. Schaumasse découvrait, à l'aide de l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice, une comète très faible, située dans la constellation de la Vierge.

L'orbite parabolique provisoire déduite des observations obtenues les 30 novembre, 1^er^ et 2 décembre, accusa bientôt des désaccords considérables ; soupçonnant alors le caractère elliptique du nouvel astre, j'ai repris le calcul d'une nouvelle orbite, sans faire d'hypothèse sur l'excentricité.

Les observations utilisées cette fois sont celles obtenues à Nice, les 1^er^, 11, 16 et 21 décembre ; la méthode employée est celle de la variation des distances géocentriques extrêmes.

Voici les éléments conclus :

Date de passage au périhélie. 1911 *novembre* 12, 2440, *temps moyen Paris.*

Longitude du périhélie	136°33′37″	1911,0
Longitude du nœud	93°14′32″	1911,0
Inclinaison........................	17°40′46″	1911,0
Log. q............................	0,084487	
Excentricité......................	0,675480	
Moyen mouvement................	489″,938	

Représentation des lieux intermédiaires (*obs. — calcul.*).

	$d\lambda$.	$d\beta$.
11 décembre	— 1″,0	+ 0″,1
16 décembre	+ 0″,5	+ 0″,8

On se trouve donc en présence d'un astre très intéressant, dont la période est d'environ 7 années.

Naturellement ces résultats sont encore incertains ; l'intervalle de temps utilisé est peu considérable et surtout les mesures de cet astre difficile ne sont pas susceptibles d'une grande précision. Cependant, le 28 décembre, l'écart entre notre ellipse et l'observation n'atteignait que 15″.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces isothermiques.* Note de M. Tzitzéica.

La méthode que j'ai indiquée dans ma Note précédente (*Comptes rendus*, 4 décembre 1911) permet d'étudier les équations de Laplace à invariants égaux qui admettent un nombre pair de solutions quadratiques. La même méthode, légèrement modifiée, s'applique au cas d'un nombre impair de solutions. Je vais indiquer ici le cas où l'on a cinq solutions quadratiques. On sait que dans ce cas la question revient à l'étude des surfaces isothermiques, c'est-à-dire des surfaces à lignes de courbures isothermes.

I. Nous supposons donc avoir les solutions x_i $(i = 1, 2, \ldots, 5)$ de l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = h\,\theta \qquad (1)$$

avec la relation $\Sigma x_i^2 = 0$. Nous pouvons adjoindre à (1) deux autres équations linéaires, qui forment avec (1) un système complètement intégrable

et qui admettent aussi comme solutions les fonctions x. En effet, à l'aide de ces conditions, on peut déterminer les coefficients des équations suivantes

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^3\theta}{\partial u^3} = a\dfrac{\partial^2\theta}{\partial u^2} + b\dfrac{\partial^2\theta}{\partial v^2} + c\dfrac{\partial\theta}{\partial u} + d\dfrac{\partial\theta}{\partial v} + e\theta, \\ \dfrac{\partial^3\theta}{\partial v^3} = a'\dfrac{\partial^2\theta}{\partial u^2} + b'\dfrac{\partial^2\theta}{\partial v^2} + c'\dfrac{\partial\theta}{\partial u} + d'\dfrac{\partial\theta}{\partial v} + e'\theta, \end{cases}$$

et le système formé par les équations (1) et (2) admettra comme intégrale générale $\Sigma\, a_i x_i$, les a_i étant des constantes.

Les conditions d'intégrabilité, que je note par (I), seront alors vérifiées et l'on aura de plus entre les coefficients des relations (II), conséquences de la relation $\Sigma x_i^2 = 0$.

On démontre maintenant de la même manière que dans le cas $n = 6$, qu'il y a ∞^4 solutions μ de (1) à l'aide de chacune desquelles la transformée de Moutard de (1) admet aussi cinq solutions quadratiques. La solution μ vérifie en dehors de (1) un système analogue à (2), pour lequel j'ai démontré que les conditions d'intégrabilité sont vérifiées en vertu des relations notées par (I) et (II).

II. Ce qu'il y a d'intéressant, c'est que le passage des solutions x_i aux solutions x'_i correspond à la transformation D_m de M. Darboux pour les surfaces isothermiques et réciproquement. On retrouve ainsi, par une autre voie, le résultat de M. Darboux : de toute surface isothermique on peut déduire à l'aide de ces transformations ∞^4 autres surfaces isothermiques.

On peut aller plus loin. Si, à l'aide des solutions μ' et μ'' de (1), on déduit de x_i par la transformation de Moutard les solutions x'_i et x''_i pour lesquelles on a $\Sigma x_i'^2 = 0$ et $\Sigma x_i''^2 = 0$, j'ai démontré que les fonctions $\xi_i = x_i + t(x'_i - x''_i)$, où t est déterminé de manière qu'on ait $\Sigma\xi_i^2 = 0$, vérifient aussi une équation de la forme (1). Ces dernières fonctions peuvent être aussi regardées comme les transformées de Moutard des x'_i, ou comme celle des x''_i. Ce théorème correspond au théorème de permutabilité donné par M. Bianchi pour les transformations de M. Darboux (*Annali di Matematica*, 1905).

Mais il donne quelque chose de plus, qu'on ne pouvait pas voir facilement dans notre espace, et qu'on voit clairement dans l'espace à quatre dimensions qui sert de support à toutes les considérations précédentes. On voit que les points x, x', x'' et ξ de l'espace à quatre dimensions se trouvent dans un

même plan, c'est-à-dire sur une même variété linéaire à deux dimensions. Cela prouve que les points correspondants de notre espace se trouvent sur un même cercle. Par conséquent, si l'on a les surfaces isothermiques S_1 et S_2 déduites de S par les transformations D_{m_1} et D_{m_2}, et S' la quatrième surface, déduite par le théorème de permutabilité, et si enfin les points correspondants sur ces surfaces sont P, P_1, P_2, P', on a la propriété simple que ces points se trouvent sur un même cercle. De plus, le rapport anharmonique de ces quatre points sur le cercle est constant, à savoir $(P, P_1, P_2, P') = \frac{m_1}{m_2}$. Il résulte de là que dans le cas où $m_2 = m_1$, la surface S' coïncide avec S. Le plan du cercle précédent enveloppe évidemment un réseau conjugué; le point qui décrit ce réseau se trouve au point commun des droites PP' et P_1P_2.

J'ajoute enfin que si l'on considère le groupe des huit surfaces obtenues en partant de S et qu'on lui applique trois transformations de M. Darboux et ensuite le théorème de permutabilité, leurs huit points correspondants sont toujours situés sur une même sphère ou dans un même plan.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations intégro-différentielles de M. Hadamard.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. H. Poincaré.

La détermination d'une fonction biharmonique par ses valeurs et celles de sa dérivée normale sur un contour C se ramène à la détermination d'une certaine fonction de Green G_B^A. On sait que la fonction

$$\Psi_B^A = \Delta_A \Delta_B G_B^A$$

est une solution de l'équation intégro-différentielle

$$(1) \qquad \delta\Phi_B^A = \int_C \Phi_M^A \Phi_B^M \,\delta n \, ds.$$

J'ai déjà indiqué dans ma Thèse (§ 42) que les solutions de cette équation, dont la partie infinie sur le contour est la même que celle de Ψ_B^A (qui est facile à former) et qui se reproduisent, à un facteur constant près, si l'on remplace la figure constituée par le contour C et les points A et B par une figure semblable, constituent au plus une infinité dénombrable. Si l'on ajoute la condition d'être harmonique, la fonction considérée est entière-

ment déterminée, et ne peut être que Ψ_B^A (¹). Ces diverses conditions conduisent à former des équations intégrales déterminant parfaitement les valeurs de cette fonction sur le contour. Si l'on suppose ces équations résolues, on peut obtenir la fonction G_B^A par des quadratures.

Au lieu de l'équation (1), on peut considérer l'équation

$$(2)\qquad \delta\Phi_B^A = \int_C \frac{d^2\Phi_M^A}{dn^2}\,\frac{d^2\Phi_B^M}{dn^2}\,\delta n\, ds,$$

que vérifie la fonction G_B^A. Elle n'est pas complètement intégrable. Les solutions analytiques et sans singularité sur le contour sont les fonctions de l'une des formes

$$(3)\qquad x_1 f(x_2, y_2) + y_1 g(x_2, y_2) + h(x_2, y_2),$$

$$(4)\qquad f(x_1 + iy_1, x_2 - iy_2) + (x_1 - iy_1)\, g(x_2 - iy_2) + (x_2 + iy_2)\, h(x_1 + iy_1) + a(x_1 - iy_1)(x_2 + iy_2),$$

$$(5)\qquad (x_1^2 + y_1^2)[a\,(x_2^2 + y_2^2) + b\,x_2 + c\,y_2 + d\,] + x_1[a_1(x_2^2 + y_2^2) + b_1 x_2 + c_1 y_2 + d_1] + y_1\,[a_2(x_2^2 + y_2^2) + b_2 x_2 + c_2 y_2 + d_2] + a_3(x_2^2 + y_2^2) + b_3 x_2 + c_3 y_2 + d_3,$$

x_1 et y_1 étant les coordonnées du point A, x_2 et y_2 celles du point B, f, g, h des fonctions arbitraires, et a, b, c, d, a_1, ..., d_3 des paramètres arbitraires. Dans les expressions (3) et (4) on peut évidemment échanger le rôle des points A et B.

Ces résultats se déduisent aisément d'une remarque générale sur les équations de la forme

$$(6)\qquad \delta\Phi_B^A = \int_C f_{C,\Phi}(A, B, M, \theta)\,\delta n\, ds,$$

f étant une fonctionnelle de C et de Φ, dérivable au sens de Volterra, qui dépend en outre des points A, B, M et de l'angle θ que fait avec Ox la tangente en M au contour. Pour qu'il existe une solution de cette équation, égale pour un contour C_0 à une fonction donnée Φ_0, analytique et sans singularité sur C_0, il faut que, pour la courbe C_0 et la détermination Φ_0 de Φ, f soit indépendant de θ, que M soit ou non sur la courbe C_0. Cette condition est, de plus, suffisante dans le cas où la condition que j'ai appelée (*loc. cit.*, § 12) *première condition d'intégrabilité* relative à l'équation (6) est identiquement vérifiée, ce qui est le cas pour l'équation (2).

(¹) Il y a toutefois dans les raisonnements qui m'ont conduit à ces résultats un point que je n'ai pas pu rendre entièrement rigoureux.

Les solutions de l'équation (2) qui sont la somme de G_B^A et d'une fonction analytique sans singularité sur le contour, sont caractérisées par les conditions

$$\frac{\partial \Phi_M^A}{\partial x} = f_1(A), \qquad \frac{\partial \Phi_M^A}{\partial y} = f_2(A), \qquad \frac{\partial \Phi_B^M}{\partial x} = g_1(B), \qquad \frac{\partial \Phi_B^M}{\partial y} = g_2(B),$$

M étant un point quelconque du contour et x et y ses coordonnées.

Une étude de ces solutions conduit, pour déterminer la fonction G_B^A, aux mêmes équations intégrales que l'étude de l'équation (1).

Une méthode analogue s'applique à la fonction de Green ordinaire G_B^A. Les valeurs de $\frac{d^2 g_B^A}{dn_A\, dn_B}$ sur le contour sont entièrement déterminées par un système d'équations intégrales, et la détermination de la fonction de Green s'achève par des quadratures.

Pour la fonction de Neumann Y_B^A, on peut opérer de même en cherchant les valeurs de $\frac{d^2 Y_B^A}{ds_A\, ds_B}$ sur le contour. Ce problème est identique au précédent, car on a

$$\frac{d^2 y_B^A}{ds_A\, ds_B} = -\frac{d^2 g_B^A}{dn_A\, dn_B}.$$

Mais on peut aussi obtenir des équations intégrales déterminant la valeur de la fonction de Neumann elle-même sur le contour. Cette méthode est la seule qui s'applique dans le cas de l'espace.

Un grand nombre de problèmes de Physique mathématique peuvent ainsi se ramener à des systèmes d'équations intégrales non linéaires. Si l'on substitue à la fonction inconnue une série trigonométrique doublement infinie, à coefficients indéterminés, on obtient une infinité d'équations non linéaires entre ces coefficients. Sauf dans le cas du cercle ou de certaines courbes particulières quel que soit le choix du paramètre fixant la position d'un point sur le contour considéré, chacune de ces équations contient une infinité d'inconnues. Il semble bien difficile de tirer quelque chose d'un pareil système, bien qu'on sache *a priori* qu'il n'en existe qu'une solution pour laquelle la série trigonométrique considérée soit convergente. Il serait donc désirable de pouvoir étudier par une autre méthode les équations intégrales obtenues.

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises (neuvième campagne).* Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Bassot.

Le plan de ma campagne de 1911 a consisté à poursuivre l'établissement vers le Nord et vers le Nord-Est de mon réseau général, qui s'étendait déjà sur les régions méridionales de la Tarentaise. Cependant, dans le but de répondre à une demande urgente en vue de levés topographiques à grande échelle, j'ai dû adjoindre à ce premier programme la triangulation détaillée du Massif de la Grande Chartreuse.

Cette neuvième campagne a comporté, par suite, plusieurs théâtres d'opérations qui peuvent se grouper en deux régions principales : la première constituant le territoire des chaînes subalpines situées au Nord de Grenoble, la seconde offrant à l'extension de mes réseaux des années précédentes la haute vallée de l'Isère et la vallée du Doron de Bozel.

La première partie de ce programme s'écoula du 20 juin au 19 juillet. Le réseau principal de mon levé fut jalonné par les stations du Grand Rocher (que j'avais déjà occupé en 1903 et en 1905), du Crêt du Poulet, de Brame Farine, du Granier, du Mont Outheran, du Grand Som, de la Dent de Crolles, de la Sure et de la Pinéa. Les observations y furent faites par vingt séries azimutales et ne subirent jamais d'arrêt par intempéries ou par mauvaise visibilité. Des stations secondaires s'effectuèrent aux sommets du Moucherotte, du Biolet, de Chamechaude, du Charmant Som et en différents points d'altitude inférieure, notamment à la Tour de Montfalet, à Laval, dans la vallée du Grésivaudan, et sur la tour de Clérieux, à l'intérieur de la ville de Grenoble. Plusieurs séries de stationnements aux repères du Nivellement Général constituèrent deux lignes de base de départ altimétrique : la première s'étendit de Grenoble à Crolles sur la route nationale située à droite du cours de l'Isère; la seconde fut jalonnée par des repères situés sur la route de Grenoble à Saint-Pierre-de-Chartreuse par le Sappey et de là à Saint-Pierre-d'Entremont par le col du Cucheron. Au total, 43 stations furent occupées dans cette première période de ma campagne. A l'heure actuelle, les calculs planimétriques sont terminés pour la plupart d'entre elles.

Le réseau principal a été notamment calculé par figures polygonales compensées au moyen de la méthode des moindres carrés. Il a été décomposé en deux figures : la

première qui présentait la compensation simultanée des quatre positions nouvelles : *Crêt du Poulet*, *Brame Farine*, *Granier*, *Dent de Crolles*, en partant de celles : *Rocher Blanc des Sept Laux*, *Pic du Frêne*, *Grande Lance de Domène* et *Grand Rocher*, a abouti à la fixation de 22 angles satisfaisant à 15 équations de condition; la seconde, qui présentait la compensation simultanée de quatre nouveaux points : *Outheran*, *Grand Som*, *la Sure*, *Pinéa*, a déterminé les valeurs de 18 angles par 10 équations de condition.

La seconde période de cette campagne s'est écoulée du 20 juillet au 23 septembre. La continuité du temps favorable a permis de terminer complètement le réseau qui s'y rapportait et qui intéressait, en réalité, deux théâtres assez nettement séparés, celui des chaînes encaissantes de la haute vallée de l'Isère et celui de la vallée du Doron de Bozel. Rattachées aux réseaux de 1908, de 1909 et de 1910, mes stations primaires se sont placées sur les grands sommets de la crête frontière et sur ceux de l'arête parallèle du Mont-Pourri; elles ont été encadrées par les côtés de ma Méridienne de Savoie, établie en 1907, et par ceux de mon réseau primaire de Haute-Maurienne, exécuté en 1908. Parmi les principales occupations de cette deuxième période, je citerai, en premier lieu, celles de trois points de la Chaîne Méridienne de Savoie : l'Aiguille Rouge du Mont-Pourri (3235) [1], la Dent de Burgin (2744) et Belle Côte (3421); puis celles du Mont-Pourri (3780) lui-même (pour laquelle j'ai eu à établir un campement de 4 jours), de la Tsantaleina (3606), de la Grande Sassière (3759), de la Pointe de la Galise (3342), de la pointe d'Archeboc (3283), de la Becca du Lac (3405), de Lancebranlette (2933), de la Pointe du Four (2487), de l'Aiguille Grive (2730), de la Grande Parei (3610), du Dôme de Val d'Isère (3030), de la Tête des Quécées de Tignes (3020), de l'Aiguille du Fruit (3056), du Tuf de la Grassa (3050), du Mont Saint-Jacques (2490), du Grand Coin (2740) du Mont du Fus (2800), etc.

Grâce à la continuité du temps exceptionnellement beau, le nombre des stations, occupées cette année, a dépassé celui de toute autre de mes campagnes précédentes; il s'est élevé à 164, dont 16 au-dessus de 3000^{m}. Le nombre des clichés formant, presque tous, panoramas circulaires complets des sommets principaux, a atteint 96 douzaines. Leur développement est terminé actuellement, ayant donné les résultats les plus satisfaisants.

---

(1) Les cotes données ici sont essentiellement provisoires et extraites pour la plus grande part de la Carte de l'État-Major.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une relation simple entre le coefficient de dilatation des liquides et la température.* Note [1] de M. **Marcel Oswald**, présentée par M. H. Le Chatelier.

En se basant sur des lois purement expérimentales, il est possible de trouver une relation de forme simple entre le coefficient de dilatation des liquides et la température. Soit en effet un liquide suivant la loi du diamètre rectiligne; en appelant D et d les densités respectives du liquide et de sa vapeur saturée, A et B deux constantes positives et T la température absolue, on a

$$D + d = A - BT,$$

et, en extrapolant cette formule pour le zéro absolu ($D = D_0$, $d = 0$) et pour le point critique ($D = d = D_c$), on trouve facilement, si T_c désigne la température critique absolue,

$$D + d = D_0 - (D_0 - 2D_c)\frac{T}{T_c}.$$

Supposons alors que nous soyons assez loin du point critique pour que d soit négligeable devant D et que le rapport $\frac{D_0}{D_c}$ ait la valeur constante H, comme l'a trouvé Guldberg [2] pour les liquides sans molécules associées; il vient au lieu de la formule précédente

$$D = D_0\left(1 - \frac{T}{2T_c}\right). \tag{1}$$

Si d'autre part V représente le volume spécifique, on a

$$VD = 1,$$

et, pour le coefficient de dilatation α,

$$\alpha = \frac{1}{V}\frac{dV}{dT} = -D\frac{dD}{dT};$$

d'où, d'après la relation (1),

$$\alpha = \frac{1}{2T_c - T}. \tag{2}$$

(1) Présentée dans la séance du 26 décembre 1911.

(2) *Zeitsch. f. phys. Chem.*, t. XXIII, 1901, p. 371.

On peut remarquer en outre que si la formule (1) s'applique aussi au zéro centigrade, en appelant V_1 le volume spécifique du liquide à cette température, on trouve immédiatement la formule suivante, due à Thorpe et Rücker ([1]), et démontrée par eux au moyen d'autres considérations :

$$V = V_1 \frac{2T_c - 273}{2T_c - T}. \tag{3}$$

Il était intéressant de vérifier la formule (2) avec des données expérimentales. J'ai fait cette vérification de deux manières : d'une part, j'ai calculé la température critique par la formule (2); d'autre part, j'ai calculé le coefficient λ de T_c dans une formule plus générale

$$\alpha = \frac{1}{\lambda T_c - T}.$$

Les résultats de ces calculs sont résumés dans le Tableau suivant (les valeurs de α sont en millionièmes, et les températures critiques en centigrades) :

Corps.	t_c observé.	t_c calculé.	t_c obs. — t_c calc.	$\alpha.10^6$.	$t = T - 273$.	λ.
	°	°			°	
C^2H^5Cl	181,0	166,5	−14,5	1706	20	1,94
$(C^2H^5)^2O$	194,4	176	−18,4	1653	20	1,83
C^5H^{12} normal	197,2	184,5	−13	1608	20	1,92
C^2H^5Br	226,0	226	0	1418	20	2,00
$SiCl^4$	230,0	223,0	− 7	1430	20	1,97
$HCOOC^2H^5$	235,3	226,5	− 8,8	1417	20	1,965
CH^3COCH^3	237,5	209,5	−28	1487	20	1,89
$CHCl^3$	260,0	266	+ 6	1273	20	2,02
$CH^3COOC^2H^5$	250,1	236,5	−13,6	1376	20	1,95
CS^2	273,05	284	+11	1218	20	2,04
CCl^4	283,15	277,5	− 5,6	1236	20	1,98
PCl^3	285,5	286,5	+ 1	1211	20	2,005
C^6H^6	288,5	277,5	−11	1237	20	1,96
	288,5	288,5	0	1176	0	2,00
Br^2	302,2	314,5	+12,3	1132	20	2,045
$SnCl^4$	318,7	315	− 3,7	1133	0	1,95

La concordance est donc assez satisfaisante; la moyenne générale des valeurs de la dernière colonne est en effet 1,967, donc suffisamment voisine de 2. Si, au contraire, on s'adresse à des liquides à molécules polymérisées, les écarts deviennent beaucoup plus grands.

([1]) *Journ. chem. Soc.*, 1884, p. 135.

D'abord, pour l'eau, à 0° le coefficient α est négatif, de sorte qu'on trouve une valeur de T_c très grande en valeur absolue et négative, qui passe à $-\infty$ pour le maximum de densité 4°, puis décroît ensuite de $+\infty$ à une valeur assez voisine de la valeur expérimentale. On trouve en effet à 100°: $\alpha = 1223.10^{-6}$, d'où $t_c = 322°,5$; l'expérience a donné 358°,1; l'écart est encore de $-35°,6$.

	t_c.	α_{20}.	t_c calculé.	Écart.
CH^3OH	240°,0	1259.10^{-6}	272°	+32°
CH^3COOH	321°,6	1071	340,5	+19°

L'emploi de cette formule permettra sans doute de calculer pour beaucoup de liquides une valeur approchée de la température critique, et, par suite, pourra peut-être servir de guide dans cette recherche. Connaissant en outre la densité à la température T, la formule (1) donnera D_0, d'où $D_c = \frac{D_0}{4}$, valeur approchée de la densité de chargement du tube où l'on fera l'expérience.

On pourra, par ailleurs, s'assurer du degré de vraisemblance de ces hypothèses en vérifiant la constance approximative de la valeur de T_c calculée par la formule (2) pour des températures différentes.

Cette vérification pourra se faire par exemple de la façon suivante : en développant la formule (2) par la série de Taylor, on trouve

$$\alpha = \frac{1}{2T_c}\left[1 + \frac{T}{2T_c} + \left(\frac{T}{2T_c}\right)^2 + \left(\frac{T}{2T_c}\right)^3 + \ldots\right];$$

il suffira donc de développer α suivant les puissances de la température absolue :

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + \ldots.$$

et de vérifier les relations

$$\alpha_1 = \alpha_0^2, \qquad \alpha_2 = \alpha_0^3 = \alpha_1^2, \qquad \ldots. \qquad \alpha_k = \alpha_0^{k+1} = \alpha_{k-1}^k.$$

Je compte poursuivre ultérieurement cette vérification.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'azote et de l'oxygène sur le magnésium*. Note [1] de MM. **C. Matignon** et **Lassieur**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Nous nous sommes proposé de déterminer très exactement les condi-

[1] Présentée dans la séance du 26 décembre 1911.

tions dans lesquelles l'azote et l'oxygène commencent à agir d'une façon sensible sur le magnésium, dans le but de préciser le mécanisme de formation de l'azoture de magnésium à partir de l'air.

Le métal placé dans l'atmosphère du gaz étudié, est chauffé progressivement dans un vase clos en relation avec un tube manométrique plongeant légèrement dans le mercure. On opère avec 1^g de poudre de magnésium dans un espace mesurant environ 100^{cm^3} et l'on note l'instant où une dénivellation commence à se produire. Il importe d'élever la température très lentement quand on se rapproche de la zone de réaction commençante. Avec les deux gaz, la combinaison a lieu avec lenteur, et ce n'est qu'à une température beaucoup plus élevée qu'on réalise la combinaison vive avec incandescence et flamme.

Azote. — Dans l'azote pur, on a constaté que la réaction prend une vitesse sensible à 670°, température qu'on peut considérer pratiquement comme la température de réaction commençante.

Voici d'ailleurs la marche de la fixation de l'azote déterminée à chaque instant par la pression de l'azote dans l'espace clos maintenu à 670° :

Temps.	Pression du gaz.	Temps.	Pression du gaz.
m	mm	h m	mm
0	760	1.15	620
15	745	1.45	520
30	725	2.16	425
45	690	3.15	275
60	665	3.45	250

Oxygène. — Avec l'oxygène, dans des conditions identiques, on observe un commencement de dénivellation à 600°; en outre, la vitesse de réaction est plus grande, l'absorption de l'oxygène est complète au bout de 1 heure.

Air. — En conséquence, les mêmes essais répétés dans l'air doivent permettre d'absorber l'oxygène sans disparition sensible d'azote, si l'on opère à des températures comprises entre 600° et 670° et, de préférence, aux températures voisines de 600°.

En effet, à 620°, l'ascension du mercure dans le manomètre s'arrête quand tout l'oxygène est absorbé. La dénivellation est alors en rapport avec la composition de l'air. Quant au gaz résiduel, comme on l'a constaté au moyen du pyrogallate de potasse, il ne contient plus trace d'oxygène.

Au delà de 670°, il y a fixation simultanée d'oxygène et d'azote, ce dernier avec une vitesse d'absorption bien inférieure à celle de l'oxygène. En utilisant les données précédentes et en admettant, ce qui n'est pas éloigné de la réalité, que la vitesse de réaction double par une augmentation de température de 10°, on peut affirmer que le

magnésium fixe l'oxygène à la température de 670°, au moins mille fois plus rapidement que l'azote. Ceci rend compte du mode de préparation de l'azoture de magnésium à partir de l'air (¹). Quand on découvre un creuset profond rempli de poudre de magnésium au rouge, les gaz de l'air sont absorbés par le métal; l'oxygène, beaucoup plus actif, est retenu par les portions superficielles, tandis que l'azote, ainsi complètement débarrassé de son oxygène par ce filtrage à la surface, va se fixer plus loin sur le magnésium contenu dans les parties profondes du creuset pour former de l'azoture pur.

Nous nous sommes demandé si, dans les conditions précédentes, l'addition d'un peu de mercure au magnésium (pour faire de l'amalgame) ne diminuerait pas le frottement chimique et ne permettrait pas d'abaisser la température de ces réactions. En fait, le magnésium, partiellement amalgamé et chauffé progressivement dans l'azote, s'est comporté comme le magnésium non amalgamé.

L'action de l'air sur le magnésium a été utilisée par l'un de nous pour préparer l'azoture *cristallisé*.

Si l'on chauffe le métal dans un creuset presque complètement fermé et disposé dans un moufle à une température où le magnésium peut émettre des vapeurs, l'azote et les vapeurs réagissent lentement et engendrent l'azoture cristallisé. On reproduit ainsi l'azoture qui avait été obtenu fortuitement par Deville et Caron à l'état de traces dans la distillation du magnésium; aucune préparation n'avait permis jusqu'ici de reproduire ce corps à l'état cristallin.

En résumé : 1° L'azote se combine directement au magnésium à partir de 670°;

2° L'oxygène commence à agir sur le magnésium à la température de 600°;

3° Entre 670° et 600°, on peut isoler l'azote d'un mélange d'azote et d'oxygène; à partir et au delà de 670°, le magnésium fixe les deux éléments avec des vitesses très inégales;

4° L'inégalité de ces vitesses rend compte du mode de formation de l'azoture de magnésium par l'exposition à l'air d'un creuset rempli de magnésium au rouge;

5° La présence du mercure ne semble pas faciliter la combinaison du magnésium avec l'azote et l'oxygène.

(¹) Erdmann et Moser, *Berichte*, 1901, p. 390.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des acides aminés sur les sucres; formation des mélanoïdines par voie méthodique.* Note de M. **L.-C. Maillard**, présentée par M. Armand Gautier.

Mes recherches sur le rôle des alcools dans la synthèse naturelle des albuminoïdes (¹) m'ont amené à mettre les acides aminés en présence d'un alcool complexe universellement répandu chez les êtres vivans, le *d*-glucose. Mais ici le rôle de la fonction aldéhydique prévaut sur celui des fonctions alcooliques, au moins quand le glucose est en excès.

Si dans un tube on place 1 partie de glycocolle avec 4 parties de glucose et 3 à 4 parties d'eau, puis qu'on porte au bain-marie pour faciliter la dissolution, le liquide prend une teinte jaune très reconnaissable au bout d'une dizaine de minutes au plus. La coloration s'accentue avec une vitesse croissante, et arrive assez rapidement au brun foncé; plus tard on voit mousser le liquide, par dégagement de CO^2 qu'on reconnaît en conduisant le gaz, au moyen d'un courant d'air, dans la baryte.

Le gaz CO^2 peut être, ou le débris du carboxyle du glycocolle, ou le produit d'oxydation d'autres atomes de carbone par l'oxygène emprunté, soit aux oxhydriles du glucose, soit à l'air atmosphérique.

Dans une cloche sur le mercure, on introduit $0^g,5$ de glycocolle, 2^g de glucose, 2^{cm^3} d'eau, et $14^{cm^3},6$ d'oxygène. Après 6 heures passées à 100°, on retrouve $12^{cm^3},6$ d'oxygène, soit une disparition de 2^{cm^3} seulement, alors qu'il s'est formé $22^{cm^3},9$ de CO^2. Ce gaz n'emprunte donc pas son oxygène à l'atmosphère.

Avec un dispositif où les produits gazeux sont conduits dans des absorbeurs, $0^g,4993$ de glycocolle et $2^g,0044$ de glucose ont fourni en 7 heures $0^g,1048$ de CO^2. Séché à froid dans le vide, le résidu accuse une perte de $0^g,6227$, dont $0^g,5179$ sont autre chose que CO^2. Or, l'analyse centésimale de ce résidu révèle que cette différence est de l'eau, dont le rapport avec CO^2 dégagé répond à l'expression ($CO^2 + 12\,H^2O$). L'oxygène de CO^2 ne provient donc pas du glucose.

Le dégagement du gaz carbonique résulte de la scission du carboxyle appartenant au glycocolle. Si l'on admet que cette scission est corrélative de la fixation de l'azote sur le carbone aldéhydique du sucre, nous sommes conduits à penser que les molécules de glucose, au nombre de deux *au moins*, qui entrent dans la constitution du nouveau corps, éprouvent des déshydratations qui créent des doubles liaisons et peut-être des cycles. Les

(¹) *Comptes rendus*, 27 novembre 1911; *C. R. Soc. Biol.*, 2 décembre 1911.

substances noirâtres ainsi formées pourraient être des molécules polycycliques à 1 atome d'azote.

J'ai généralisé la réaction en traitant le glucose par le glycocolle, la sarcosine, l'alanine, la valine, la leucine, la tyrosine, l'acide glutamique. L'alanine est le plus actif des aminoacides, ce qui n'est point pour surprendre quand on connaît son rôle capital en Chimie biologique. Avec le glycocolle, le xylose et l'arabinose réagissent instantanément; le fructose, le galactose, le glucose et le mannose, assez rapidement; le lactose et le maltose, lentement; le saccharose pas du tout pendant plusieurs heures, après quoi se produit une réaction lente, consécutive sans doute à un dédoublement.

Violente à 150°, assez rapide à 100°, la réaction s'observe après quelques jours à 37°, et même au-dessous; on conçoit d'ailleurs que diverses substances ou divers modes d'énergie pourraient l'accélérer.

Les conséquences de ces faits me paraissent aussi nombreuses qu'intéressantes dans divers domaines de la Science : non seulement en physiologie et en pathologie humaines, mais aussi en physiologie végétale (alcaloïdes cycliques, etc.), en agronomie (maturation des fumiers, humus, industries diverses), en géologie (combustibles minéraux, etc.). La seule énumération de ces conséquences, dont plusieurs peuvent être considérées comme évidentes, serait ici trop longue.

Je n'en signalerai qu'une, la perturbation apportée dans toutes les techniques d'analyse où les matériaux fournissent à la fois des sucres et des acides aminés : par exemple, dans les hydrolyses de protéiques ou de tissus, on ne peut retrouver comme acides aminés que la fraction qui a échappé à l'action des sucres. C'est pourquoi ces hydrolyses fournissent des *mélanoïdines,* de constitution inconnue jusqu'ici, et dont la composition même n'a jamais pu être définie. Je me suis assuré que les produits de la réaction que je signale sont précisément des mélanoïdines ; mais tandis que les anciennes mélanoïdines fournies par le hasard n'étaient que des mélanges inextricables dérivant d'aminoacides variés et peut-être de sucres divers, nous sommes aujourd'hui en mesure de réaliser *individuellement* la condensation d'un aminoacide défini avec un sucre défini. Il est donc permis d'espérer que la présente méthode apportera des éclaircissements comparables à ceux qu'a fournis la substitution pour l'étude, aux mélanges inextricables que sont les peptones naturelles, des polypeptides volontairement construits. On pourra dès lors étudier la constitution des mélanoïdines. sur laquelle mes essais projettent déjà quelque lueur.

La portée de la réaction générale que je signale n'a d'égale que son extrême facilité : on est surpris qu'elle ne soit pas depuis longtemps connue dans ses moindres détails. Je m'y suis trouvé conduit méthodiquement par mes recherches sur le rôle que jouent les alcools complexes dans l'enchaînement des acides aminés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les phénomènes d'oxydation comparés dans les galles et dans les organes homologues normaux.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Je voudrais, dans cette nouvelle Note relative à la physiologie des galles, relater un ensemble de faits qui se rapportent à la comparaison de la fixation de l'oxygène dans les galles et dans les organes dont elles constituent une modification. Les cécidies que j'ai étudiées plus spécialement à ce point de vue sont celles qui sont produites sur les feuilles de l'Orme (*Ulmus campestris* L.) par deux Hémiptères, le *Tetraneura Ulmi* De Geer et le *Schizoneura lanuginosa* Hartig. Si l'on met à respirer à l'obscurité des feuilles d'orme normales et des galles de *Tetraneura Ulmi* détachées des feuilles qui les portent et débarrassées de leurs parasites, on constate que le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O^2}$ est le même dans les deux cas et très sensiblement égal à l'unité; mais à la lumière, en présence d'une atmosphère chargée de 8 pour 100 de gaz carbonique, les échanges gazeux, sur l'intensité desquels je ne m'étendrai pas ici, ont une allure très différente ; pour la feuille saine le rapport $\frac{O^2}{CO^2}$ des volumes d'oxygène dégagé et de gaz carbonique utilisé est de 0,93; avec les galles de *Tetraneura Ulmi*, ce rapport tombe à 0,50. Pour un même volume de gaz carbonique décomposé, il y a donc beaucoup moins d'oxygène libéré dans l'atmosphère par les galles que par les feuilles saines. Il est à remarquer que cette fixation d'oxygène n'est pas sensible quand le phénomène respiratoire est seul en jeu, et il paraît raisonnable d'admettre qu'à la lumière, l'oxygène se fixe parce qu'il est à l'état ionisé, provenant de la décomposition du gaz carbonique; nous nous trouvons en présence d'un fait identique à celui que Combes a signalé (¹)

(¹) Raoul Combes, *Les échanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques* (*Rev. gén. Bot.*, t. XXII, 1910, p. 177).

dans les feuilles étudiées au moment de l'apparition de l'anthocyane; là aussi ce n'est qu'à la lumière que s'opère une plus grande fixation d'oxygène.

Dans ces expériences, les feuilles normales d'Orme étaient utilisées entières, et les galles avaient été sectionnées afin d'en extraire les Pucerons; je me suis demandé si ce traumatisme n'intervenait pas pour modifier le rapport des échanges gazeux dans le sens observé; des feuilles normales divisées en très menus morceaux ont présenté en fait un abaissement dans la valeur du quotient $\frac{O^2}{CO^2}$, qui passait de 0,93 à 0,86; mais jamais ce rapport n'a approché davantage de la valeur beaucoup plus faible que nous avons signalée pour les galles de *Tetraneura Ulmi*. Avec les cécidies de *Schizoneura lanuginosa* le quotient $\frac{O^2}{CO^2}$ est encore plus petit et peut présenter la valeur de 0,3. J'ai d'ailleurs obtenu des résultats de même ordre avec plusieurs autres galles, et je me contenterai de signaler ceux qui m'ont été fournis par les cécidies du *Perrisia tiliamvolvens* Rübs. sur les feuilles de *Tilia grandifolia* Ehrh. et du *Myzus Oxyacanthæ* Koch. sur les feuilles de *Cratægus Oxyacantha* L.; dans les deux cas, à la lumière j'ai observé pour les parties de feuilles parasitées une absorption d'oxygène, sans modification appréciable de la quantité de gaz carbonique; les phénomènes d'oxydation apparaissent donc ici avec plus de netteté encore que dans les exemples précédents.

Il était indiqué de rechercher si la fixation abondante d'oxygène dans les galles était en relation avec l'existence de diastases oxydantes; des feuilles normales d'Orme et des galles de *Tetraneura Ulmi* ont été à cet effet mises à macérer séparément dans de la glycérine; au bout de quelques semaines l'extrait glycériné de galles agissait très énergiquement sur la teinture de gaïac, alors que le même extrait porté quelques minutes à 100° n'avait aucune action, pas plus que l'extrait de feuilles normales. Les galles de *Schizoneura lanuginosa* ne présentent qu'une action beaucoup plus légère et plus lente.

La relation établie par G. Bertrand entre l'action de la laccase et la présence dans ses cendres d'une quantité considérable de manganèse m'a engagé à faire l'analyse comparée des cendres des galles et des feuilles saines; je reviendrai sur l'ensemble des résultats obtenus qui mettent en évidence des différences considérables dans la composition minérale des deux sortes d'organes; disons seulement qu'on trouve dans les cendres des galles environ 3 fois moins de silice, 2 fois moins de chaux, mais 3,5 fois plus de phosphore et 4 fois plus de potassium et de sodium; en ce qui concerne le fer et le

manganèse, ces métaux sont dans les galles, contrairement à l'idée qui avait présidé à ces recherches, en proportion plus faible que dans les feuilles normales (3 fois moins pour le fer, 7 fois moins pour le manganèse).

D'après ce qui précède, on doit s'attendre à trouver dans les galles une plus grande quantité de corps riches en oxygène que dans les feuilles et aussi une plus grande quantité de substances capables de fixer l'oxygène; à la première catégorie appartiennent les acides organiques; or, en dosant l'acidité libre, on constate qu'elle est deux fois plus grande dans les galles de *Schizoneura lanuginosa* que dans les feuilles saines. Si d'autre part on fait agir une solution de permanganate de potassium titrée sur des extraits aqueux, on trouve que l'ensemble des matières oxydables est de 7,2 pour 100 du poids sec de galles de *Schizoneura lanuginosa*, alors qu'il n'est que de 3,7 pour les feuilles normales; parmi ces matières, 5,2 pour 100 dans les galles et 1,5 pour 100 dans les feuilles représentent des matières tannantes se fixant sur la peau; le reste des matières oxydables par le permanganate de potassium est sensiblement en même quantité dans les galles (2) et les feuilles (2,2).

Enfin une plus grande fixation d'oxygène dans les galles peut entraîner une teneur totale plus considérable en ce corps que dans les feuilles; pour me rendre compte s'il en est bien ainsi, j'ai effectué l'analyse élémentaire de la matière sèche des feuilles d'Orme et des deux Hémiptérocécidies qui viennent de nous occuper; les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant et rapportés à 100 de matière sèche :

	Feuilles d'*Ulmus campestris*.	Galles de *Schizoneura lanuginosa*.	Feuilles d'*Ulmus montana* With.	Galles de *Tetraneura Ulmi*.
Cendres.........	8,81	7,34	9,20	6,90
Azote...........	2,83	2,64	4,71	5,22
Carbone........	45,83	46,88	46,50	48,39
Hydrogène......	6,81	6,32	6,96	6,38
Oxygène........	35,72	36,82	32,63	33,11

Il y a donc un peu plus d'oxygène dans les galles que dans les feuilles normales et, surtout, l'hydrogène est en quantité plus faible; si l'on admet que cette diminution est due à la formation d'eau, la quantité d'oxygène correspondante est dans le premier cas de 3,92, dans le second de 4,64.

En résumé, nous sommes en présence d'une série de faits concordants qui nous permettent d'établir un nouveau caractère physiologique des productions gallaires, celui d'une fixation d'oxygène plus intense que celle qui a lieu dans les organes normaux correspondants.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Remarques sur l'acidité gastrique.* Note de M. J. Winter, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai montré récemment ([1]) qu'il est facile, avec la concentration, de déterminer le taux réel de la sécrétion que contient un mélange gastrique alimentaire. La possibilité, qui en résulte, de reconstituer ces sécrétions, *provoquées par l'aliment*, permet de les comparer aux *sécrétions expérimentales* qui sont les seules qu'on ait étudiées, et qui passent pour être du suc gastrique courant et normal.

J'appelle *expérimentales* les sécrétions consécutives aux fistules gastriques ou à d'autres dénaturations traumatiques de l'estomac.

Partant de ces données, je fis en 1905 une étude très soignée de nombreuses digestions chez un *même* chien, jeune et vigoureux (29^{kg}).

Je me suis servi de trois types alimentaires simples que je désirais comparer : eau pure; viandes dégraissées sans eau; dissolutions concentrées de sucre pur dans l'eau distillée ([2]). J'ai eu soin d'espacer les expériences et d'alterner les repas. Je ne signale dans la présente Note ce qui concerne l'acidité et HCl libre. Dans le Tableau qui suit et qui résume huit digestions différentes de sucre, ces deux éléments, exprimés en HCl, sont rapportés à 100^{cm^3} des sécrétions contenues dans les mélanges gastriques. L'extraction se faisait à la sonde et, comme l'indique le Tableau, à des moments variés de la digestion. L'ensemble de ces huit expériences, identiques quant aux repas ingérés, embrasse une période de *six mois*.

Durée en minutes.	Acidité.	HCl libre.	Sécrétion taux pour 100.	Durée en minutes.	Acidité.	HCl libre.	Sécrétion taux pour 100.
8.....	0	0	9,3	35...	80,02	0	21,1
18,5...	0,047	0	14,6	40...	0,171	0,069	36,6
24.....	0,039	0,036	19,7	46...	0,008	0	23,9
25,5...	0,180	0,084	26,1	55...	0,107	0,060	41,8

Malgré la longue durée de cette série, dont les différents termes sont espacés par des intervalles de semaines et de mois, les taux successifs de la sécrétion, ordonnés suivant les durées digestives, s'alignent en une courbe fort régulière; à noter, toutefois, que cette courbe rebondit avec la

([1]) *Comptes rendus*, 11 juillet 1910, et *Bulletin de la Société philomathique*, 1907.

([2]) Ces trois types de repas répondent aux trois évolutions que j'ai signalées dans ma Note précédente des *Comptes rendus*.

présence et le taux de HCl libre; *mais son développement systématique n'est interrompu ni par l'absence d'acidité, ni par celle de* HCl.

La colonne des sécrétions sert de contrôle; son homogénéité soutenue contraste avec le décousu des colonnes des acidités et des HCl. Une seule corrélation les lie : *c'est que l'apparition de l'acide chlorhydrique est le signal d'une recrudescence relative de l'activité sécrétoire.*

L'eau distillée qui, dans l'estomac, reçoit, *sans l'altérer*, la sécrétion qui s'y accumule rapidement, fournit des résultats tout à fait semblables; le suc gastrique s'y montre tantôt neutre, tantôt très acide, avec ou sans HCl libre.

Toutes ces sécrétions, acides ou non, dérivées du sucre ou de l'eau pure, sont riches en chlorhydrates organiques [1] et autres substances non mentionnées ici, dont la présence authentique leur origine gastrique.

Ces deux types de digestion, *sans azote alimentaire*, démontrent jusqu'à l'évidence *que la production du suc gastrique n'est pas directement liée à celle de ces éléments acides.*

Avec les repas de viande la physionomie des résulats change. Ici toutes les sécrétions sont très acides (0,250 à 0,450 dans mes expériences) et plus ou moins riches en HCl libre, sans aucune fixité d'ailleurs; elles ressemblent beaucoup aux sécrétions expérimentales connues.

Ainsi le même chien, à la même époque, me donne les acidités les plus contradictoires. Les conditions de mes expériences sont celles des digestions courantes. Si, dans ces conditions, les éléments acides peuvent disparaître de la sécrétion ou s'y modifier, d'une digestion à l'autre, aussi profondément qu'on vient de le voir chez mon chien, très bien portant, c'est qu'il en est communément ainsi dans la vie *et qu'il n'y a pas de type uniforme de suc gastrique;* c'est, qu'en d'autres termes, les variations observées dépendent des contingences du moment, de l'aliment, de l'état psychique, etc. Toutes les sécrétions connues, alimentaires ou expérimentales, sont authentiques; si elles sont dissemblables, c'est que leurs dissemblances prouvent, précisément, l'*effort d'adaptation* fait par l'organisme et soulignent l'étrange erreur commise par l'expérimentation en généralisant, comme normal, un type unilatéral de sécrétion.

---

[1] Le coefficient d'acidité de ces chlorhydrates (valeur α du procédé d'analyse que j'ai indiqué) peut varier de 0 à 1. Chez l'homme les sécrétions à jeun, aujourd'hui légion et bien connues, fournissent toute l'échelle de ce coefficient; les valeurs 0,4 à 0,6 y sont les plus fréquentes.

A défaut du mécanisme chimico-psychique, absolument inconnu d'ailleurs, de l'acte sécrétoire et des phénomènes connexes, les faits précédents révèlent, du moins, leur propre enchaînement que je vais résumer en quelques lignes :

L'acidité chlorhydrique ne se produit pas d'une seule venue, mais en trois étapes successives : la première, corrélative au travail sécrétoire des glandes, correspond à la *formation* de chlorhydrates organiques *neutres*; la seconde, à leur *acidification*; la troisième à leur *dissociation* avec production de HCl libre; cette dernière, d'après les faits, réclame un effort considérable.

Pour provoquer l'évolution intégrale de ces trois phases, il faut des excitations digestives intenses (aliments azotés, états inflammatoires, traumatismes, etc., etc.). Les excitations faibles ou insuffisantes ne réalisent que des évolutions partielles; *les phases alors se montrent isolément, l'une ou l'autre faisant défaut;* c'est le cas des repas de sucre et d'eau qui précèdent; ces cas n'ont assurément, rien de pathologique. Aussi convient-il de ne pas attribuer une signification pathologique aux valeurs de l'acidité chlorhydrique *avant* de s'être prémuni d'autres raisons que ces valeurs elles-mêmes.

PHYSIOLOGIE. — *Élimination de l'azote aminé chez le chien dépancréaté.* Note (¹) de MM. **H. Labbé** et **L. Violle**, présentée par M. A. Dastre.

Dans une Note précédente (²) nous avons étudié les perturbations que des ingestions plus ou moins élevées d'acides déterminent chez un chien partiellement dépancréaté. Chez un tel animal il n'était pas non plus sans intérêt de rechercher comment s'effectuent les échanges azotés.

Ce sont les modifications apportées dans l'élimination de l'azote aminé par la suppression presque complète de la glande pancréatique, que nous avons d'abord étudiées.

Pour évaluer dans l'urine les acides aminés (sous forme d'azote aminé), nous avons employé la méthode au formol de Sörensen, associée à une des méthodes habituelles de dosage des sels ammoniacaux urinaires. Ce procédé au formol est passible de certaines critiques. Toutefois, il est suscep-

(¹) Présentée dans la séance du 2 janvier 1912.
(²) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1085.

tible de donner en série des résultats dont la moyenne a une valeur incontestable, les causes d'erreurs étant sensiblement constantes.

Comme dans nos recherches précédentes, les résultats obtenus chez l'animal en expérience sont comparés à ceux que fournissent des témoins placés dans des conditions identiques de vie et d'alimentation. Or, chez le chien normal, l'élimination des acides aminés paraît dépendre surtout de l'alimentation.

Le Tableau ci-dessous montre que la moyenne normale d'élimination des acides aminés par 24 heures, pour une alimentation de 350^g de viande maigre, est comprise entre 0^g,06 et 0^g,07. Cette moyenne repose sur près de 300 observations quotidiennes faites tant antérieurement par l'un de nous qu'avec l'animal témoin vivant à côté du chien dépancréaté :

Animaux normaux.	Poids.	Moyennes. N aminé (par 24^h).	Alimentation. Viande maigre.
	kg	g	g
Chien A	7,2	0,053	350
Chien B (1911)	18,9	0,072	450
Chien B (1908)	18,8	0,066	400
Chien n° 2 (témoin)	8,0	0,070	350
Ensemble	10,5	0,065	387

Voici ce qu'on observe, d'autre part, chez le chien dépancréaté :

	Alimentation. Viande maigre.	Moyennes. N aminé (24^h).
	g	g
Ensemble de la période	350	0,31
1re partie	350	0,24
2^e partie	350	0,43

Ainsi, chez notre animal dépancréaté, l'azote aminé a été éliminé avec un excès journalier moyen de 0^g,25, soit 416 pour 100 de la quantité normale. Il semble que ce phénomène progresse avec l'évolution même de l'animal vers la cachexie et la mort. Cette modification des échanges azotés s'accentue beaucoup, en effet, dans la deuxième partie de l'observation où la quantité de N aminé représente environ sept fois la quantité de N aminé éliminée par le témoin normal placé dans des conditions identiques de vie et d'alimentation.

Le rapport de l'azote aminé à l'azote total urinaire est-il semblablement modifié? En d'autres termes, la fraction d'azote aminé entrant dans le total de l'azote excrété est-elle plus considérable qu'à l'état normal?

Les chiffres ci-dessous répondent à la question :

Animaux.		$\frac{\text{N aminé}}{\text{N total}}$.
Témoin normal	....	0,94 pour 100
Chien dépancréaté :	1re partie de la période...	2,22 »
»	2e partie » ...	4,00 »
»	Ensemble...............	3,45 »

La proportion d'azote aminé dans l'azote total est, en moyenne, environ quatre fois plus forte pour l'animal dépancréaté que pour le témoin.

Tout s'est donc passé chez notre sujet comme s'il était en proie à une dyscrasie acide particulière : *Acidose aminée*, bien distincte de l'acidose expérimentale de nos recherches précédentes.

Tandis que le chien témoin, mis à même alimentation, ne laisse passer que des traces d'acides aminés dans son urine, le chien dépancréaté semble impuissant à métaboliser une part notable de ces acides, fournis en quantité semblable par l'alimentation, et élimine cet excès par voie urinaire.

Ces résultats expérimentaux doivent être rapprochés d'une observation de Bergell et Blumenthal (*Pflüg. Arch.*, 1904) où, de la présence de tyrosine notée dans l'urine de chiens dépancréatés, ces auteurs concluent à une altération de la nutrition bien plus considérable chez l'animal dépancréaté que chez le simple inanitié.

Ce trouble massif des échanges azotés décèle donc une altération des processus de désamination à l'aide desquels l'organisme utilise les acides aminés.

Ces constatations expérimentales, directement applicables à la clinique humaine, nous paraissent susceptibles de donner des indications nouvelles sur le rôle joué par les échanges aminés dans les différentes dyscrasies acides, notamment celle qui accompagne les diabètes graves, affections qu'en tout état de cause on a maintes fois proposé de rattacher, anatomiquement et fonctionnellement, à des lésions du pancréas.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Possibilité de conserver à l'état de vie ralentie, pendant un temps indéterminé, la cornée transparente de l'œil humain.* Note de M. **P. Magitot**, présentée par M. A. Dastre.

L'objet de la présente Communication a trait à la possibilité de conserver à la cornée humaine maintenue en dehors de l'organisme, pendant un

temps indéterminé et dans certaines conditions, une vitalité suffisante pour être transplantée sur un autre individu et y vivre pour son propre compte.

La cornée transparente de l'œil est, en effet, parmi les tissus un des plus délicats. Très vite, après la mort ou après l'ablation de l'œil, elle devient vitreuse et son épithélium se desquame. Cependant, des expériences déjà publiées (*Annales d'Oculistique*, 1911) m'ont permis, sur des animaux, de lui conserver ses qualités optiques (la transparence) et après 15 jours de conservation de la transplanter sur un autre animal de même espèce.

Mes tentatives sur l'homme furent conduites de la même manière. Un œil glaucomateux avait dû être enlevé à cause des douleurs intolérables qu'il provoquait. La vision par cet organe était du reste éteinte définitivement depuis plusieurs mois et il était tellement hypertendu que la cornée (par suite de la pression intérieure) était insensible et même opalescente.

L'œil entier, aussitôt l'énucléation faite, fut lavé dans la solution de Locke (sérum artificiel complexe), puis immergé aussitôt, avec tous les soins d'aseptie désirables, dans un flacon contenant du sérum sanguin provenant d'un autre individu. Le récipient fut alors mis sans tarder dans une étuve froide à la température de $+5^{\circ}$ à $+6^{\circ}$. Au bout de quelques heures, la pression intérieure de ce globe venant à tomber, la cornée avait repris sa transparence. Cet œil fut conservé ainsi dans d'excellentes conditions pendant *huit jours*.

A cette date, un morceau rectangulaire intéressant la moitié de l'épaisseur de cette cornée fut découpé soigneusement et transporté dans une cavité de mêmes dimensions pratiquée sur la cornée d'un autre malade. Celui-ci avait reçu, plusieurs années auparavant, de la chaux vive à la face et dans l'œil droit. A la suite de cet accident, des lésions corrosives n'avaient pas manqué de se produire et la cornée était devenue opaque dans sa presque totalité. La greffe du tissu conservé 8 jours fut mise en place sans sutures au droit de la pupille. Il en résulta donc une petite fenêtre de 5^{mm} sur 4^{mm} jouant le rôle d'une lucarne transparente pratiquée dans un mur épais. Au bout de 48 heures l'adhérence et la transparence du tissu transplanté étaient parfaites. Or il y a maintenant 7 *mois* que cette transplantation fut effectuée, et non seulement le tissu étranger a été toléré, mais il a gardé sa transparence qui permet au malade une acuité visuelle de $\frac{1}{10}$ de la normale, ce qui est plus que suffisant pour se conduire. Bien plus, la greffe a manifesté d'une manière plus parfaite sa vitalité en résistant au tissu de cicatrice qui s'est reformé autour d'elle et qui la limite sans empiéter sur ses bords.

Il résulte donc que chez l'homme comme chez les animaux, la survie de la cornée est parfaitement possible. Pour obtenir ce maintien à l'état de vie ralentie, deux conditions sont nécessaires :

1° Il faut un milieu approprié, constitué par le sérum hémolysé d'un individu de même espèce. L'hémolyse doit être obtenue par des moyens

purement physiques (chute brusque de température en recueillant le sang chaud dans un récipient refroidi par de la glace);

2° Il faut une température faible, mais pas trop basse. La température optima est comprise entre + 4° et + 7°. Elle doit être constante, et ses variations, surtout celles au-dessus de + 7°, sont nuisibles.

A l'intérêt biologique de la survie possible d'un tissu aussi délicat que la cornée, peut donc s'ajouter un intérêt pratique pour l'homme.

Les transplantations de cornée entre espèces différentes (chien, lapin, etc., sur l'homme), ne sont pas en effet réalisables, le lambeau greffé ne tardant pas à se troubler. La conservation permet donc de recueillir le matériel nécessaire à la transplantation et de le mettre en réserve jusqu'au moment opportun choisi pour l'opération. Il devient donc dès lors possible de rendre la vision dans une proportion déterminée à certains individus atteints de cécité.

PHYSIOLOGIE. — *Relations entre l'arachnolysine et les organes génitaux femelles des Araignées* (Épeirides). Note de M. **Robert Lévy**, présentée par M. A. Dastre.

La présence d'une toxine hémolytique dans les macérations d'*Epeira diademata* Clerck (= *diadema* Walck.) fut signalée pour la première fois par Kobert. Cette toxine, extraite du corps entier de l'Épeire, fut étudiée par H. Sachs et par Belonowski. H. Sachs la nomma *arachnolysine*.

J'ai retrouvé l'arachnolysine dans les œufs d'*Epeira diademata* Clerck, d'*Epeira cornuta* Clerck, d'*Epeira umbratica* Clerck, d'*Epeira redii* Scop. et d'une autre Épeiride : *Zilla x-notata* Clerck.

Les expériences relatées ici furent faites dans le but de rechercher s'il n'y avait pas une corrélation entre l'existence du pouvoir hémolytique et le développement des organes génitaux femelles.

Je me suis servi, comme réactif, du sang de bœuf, qui est sensible à l'arachnolysine; les globules étaient lavés.

Première série d'expériences. — Je fis des macérations, à l'eau physiologique, d'araignées venant de pondre. La plupart de ces extraits se montrèrent entièrement dépourvus de pouvoir hémolytique. Quelques autres manifestèrent une action hémolytique extrêmement faible et enfin un très petit nombre de macérations hémolysèrent assez fortement. Toutefois, même dans ces derniers cas, le pouvoir hémolytique total de l'araignée était incomparablement plus faible que celui de la ponte correspondante.

Deuxième série d'expériences. — Je disséquai des araignées avant la ponte, à des états plus ou moins proches de celle-ci, et j'essayai séparément les macérations faites d'une part avec les ovules et d'autre part avec tout le reste de l'animal. Ces dissections, déjà délicates quand les ovules étaient peu avancés, devenaient très difficiles quand les ovules étaient mûrs et généralement quelques ovules crevés se mêlaient au reste.

Malgré cela, dans le cas d'ovules avancés, le lot d'ovules montra toujours un pouvoir hémolytique très supérieur à celui du reste, qui fut même parfois dépourvu de toute action.

Moins les ovules étaient avancés, plus leur teneur en hémolysine était faible, que l'on examinât d'ailleurs des lots d'ovules comparables en nombre ou en poids.

Troisième série d'expériences. — J'étudiai le pouvoir hémolytique de jeunes araignées à des âges divers.

A l'éclosion, l'abdomen de la jeune Épeiride a à peu près l'aspect de l'œuf et contient encore une forte quantité de vitellus. Peu à peu ce vitellus diminue et disparaît, l'abdomen prend une forme moins renflée et se pigmente.

J'élevai des pontes dans des tubes et je fis de temps en temps des essais avec des lots de jeunes araignées.

Les araignées fraîchement écloses me donnèrent une hémolyse immédiate et, au moyen de dilutions, je reconnus que leur teneur en arachnolysine était sensiblement égale à celle des œufs. Plus tard, le pouvoir hémolytique se montra moins fort et il finit par disparaître au moment où l'abdomen avait tout à fait perdu son aspect embryonnaire et où étaient apparus les grands traits de la pigmentation définitive.

Toutefois ces jeunes étaient élevées en captivité ; il fallait contrôler par des essais faits sur de jeunes araignées prises en liberté. C'est ce que je fis et les résultats furent concordants.

Des macérations faites avec des araignées femelles d'âges divers, depuis ce très jeune âge jusqu'au moment où les organes génitaux commencent à se développer, furent toutes inactives.

Toutes les expériences rapportées jusqu'ici furent faites à la fois sur *Epeira diademata*, *Epeira cornuta* et *Zilla x-notata*.

Quatrième série d'expériences. — Je fis des macérations avec les quelques mâles que je pus me procurer, à savoir : un jeune mâle de *Zilla x-notata*, un jeune mâle d'*Epeira umbratica*, un mâle adulte de la même espèce et trois mâles adultes d'*Epeira cornuta*. Ils se montrèrent tous dépourvus d'arachnolysine.

Les conclusions de ces expériences sont les suivantes :

1° Les Épeires adultes femelles seules contiennent de l'arachnolysine.

2° Le pouvoir hémolytique total de l'Épeire est en rapport direct avec l'état de développement des organes génitaux.

3° L'arachnolysine se localise dans les organes génitaux (cela sans pré-

juger du lieu de son élaboration); elle est éliminée en totalité ou en presque totalité par la ponte.

4° La jeune araignée contient l'arachnolysine de l'œuf qui lui donne naissance. La toxine disparaît au cours de l'évolution de l'araignée et celle-ci en reste dépourvue jusqu'au moment où les organes génitaux se développent.

Ces résultats sont d'abord à rapprocher des faits acquis sur le passage de toxines dans l'ovaire et les œufs, notamment chez la Vipère et l'Abeille (Phisalix), chez la Poule intoxiquée par le régime carnivore (Houssay) et chez les Poissons.

Il faut encore les rapprocher des travaux de Phisalix (1) sur les Crapauds femelles. Au moment du frai, les toxines normalement sécrétées par les glandes cutanées se localisent dans l'ovaire et passent dans la ponte; elles disparaissent ensuite au cours du développement du têtard. Les faits rapportés ici sont analogues, avec cette différence qu'en dehors de la période d'activité de l'ovaire, nous ne voyons pas, pour le moment, de production ni d'élimination de la toxine.

Il semble enfin y avoir coïncidence entre la présence de l'arachnolysine et celle du vitellus de l'œuf. On peut penser peut-être que, dans l'hémolyse par l'arachnolysine, il y a intervention de ces substances vitellines qui tiennent une place si importante dans les hémolyses par les venins et qui, d'après des expériences récentes (2), jouent même dans ces phénomènes un rôle fondamental.

PHYSIOLOGIE. — *Intoxications venimeuses et intoxication protéique.* Note de M. **Maurice Arthus**, présentée par M. A. Dastre.

Dans mes études antérieures sur la séro-anaphylaxie du lapin, j'ai décrit les accidents locaux ou généraux, primitifs ou tardifs engendrés par injections de liqueurs protéiques chez des lapins préparés par injections préalables de liquides albumineux. Les accidents de la réaction anaphylactique du lapin sont : 1° des accidents locaux, infiltrations, dégénérescences caséeuses, gangrènes; 2° des accidents généraux précoces, chute de pression, accélération respiratoire, diminution de la coagulabilité du sang;

(1) C. Phisalix, *Comptes rendus*, t. 137, 14 décembre 1903, p. 1082.
(2) C. Delezenne et Mlle Ledebt, *Comptes rendus*, t. 153, 3 juillet 1911, p. 81.

3° des accidents tardifs de cachexie; ces divers accidents constituent la réaction anaphylactique du lapin, connue sous le nom de *phénomène d'Arthus*. J'ai établi que ces accidents sont les manifestations de l'intoxication protéique du lapin.

Or, dans les intoxications par venins de serpents, on peut retrouver la plupart des accidents de l'intoxication protéique; et il est telle envenimation, celle par venin de *Crotalus adamanteus* par exemple, qui ressemble presque point par point à l'intoxication protéique. Le venin de *Crotalus adamanteus*, injecté sous la peau, y provoque des œdèmes, des infiltrations caséeuses et des nécroses qui ressemblent infiniment aux réactions locales d'anaphylaxie. Le venin de *Crotalus adamanteus*, injecté dans les veines du lapin, provoque : une chute de pression artérielle qui rappelle la chute anaphylactique par sa précocité, par sa brusquerie, par sa grandeur et par sa durée; une accélération respiratoire toujours très nette, souvent considérable, et alors analogue à la polypnée anaphylactique; une diminution très importante de la coagulabilité du sang.

Sans doute, toutes les envenimations ne ressemblent pas autant que la crotalisation adamantine à une intoxication protéique, mais pourtant, dans toutes, on peut reconnaître, soit directement, soit à l'aide d'artifices expérimentaux, les indices tout au moins des phénomènes essentiels de l'intoxication protéique, les éléments du *phénomène d'Arthus*; et, entre l'envenimation la plus différente en apparence de l'intoxication protéique typique et cette intoxication protéique, on peut trouver une série d'intermédiaires qui permettent de passer de l'une à l'autre par degrés insensibles.

Cette conception constitue un guide précieux pour les études sur l'intoxication protéique et sur les envenimations, car elle permet de prévoir la généralisation de faits observés pour l'un ou pour l'autre de ces groupes de phénomènes. Et voici des exemples :

En soumettant un lapin à la préparation anaphylactique, on le sensibilise à l'action toxique des substances albumineuses, et, comme on le sait, la réaction pour le lapin tout au moins n'est pas spécifique. Si ma conception est exacte, on peut prévoir que le lapin anaphylactisé par liqueurs albumineuses sera sensibilisé à l'action des venins; et, de fait, le lapin séro-anaphylactisé présente une réaction plus intense que le lapin neuf quand on injecte dans ses veines du venin de cobra : au lieu de relever une chute légère de la pression et une accélération modérée de la respiration, on note une chute profonde de la pression et une respiration polypnéique, tout comme dans la crotalisation, à tel point qu'on ne saurait souvent reconnaître de différence entre les accidents primaires de la crotalisation du lapin neuf et les accidents primaires de la cobraïsation ou de la réaction anaphylactique des lapins anaphylactisés.

Si ma conception est exacte, on peut prévoir que le lapin qui a reçu des injections de venin, venin de cobra, venin de crotale, etc., à dose non mortelle, présentera, après une période d'incubation, la réaction d'intoxication protéique quand il recevra une injection d'une liqueur albumineuse quelconque; et, de fait, on note, chez de tels lapins, des accidents locaux à la suite d'injection sous-cutanée de sérum de cheval et des accidents généraux de dépression, de polypnée et de diminution de la coagulabilité du sang, à la suite de l'injection intraveineuse du même sérum.

Cette conception permet de faire plus encore: elle permet de distinguer, dans certaines envenimations, deux groupes de faits distincts. Le lapin anaphylactisé est hypersensible à l'action du venin de cobra, comme je l'ai dit, mais son hypersensibilité n'est pas totale : les accidents primaires de l'intoxication cobraïque sont plus accentués chez l'anaphylactisé que chez le lapin neuf; les accidents de curarisation, par contre, ne sont pas modifiés. Il semble donc que le venin de cobra soit un poison double, poison albumineux et poison curarisant: poison albumineux, il participe aux propriétés générales de tous les venins de serpents, dont plusieurs sont exclusivement des poisons albumineux, et aux propriétés générales des protéines toxiques; poison curarisant, il représente un type un peu spécial auquel se rattachent les venins de *Najà bungarus*, de *Bungarus cœruleus*, d'*Hoplocephalus curtus* et de *Pseudechis porphyriacus*.

La salive humaine n'est pas toxique pour le lapin neuf; chez le lapin anaphylactisé soit par injections de salive, soit par injections de sérum, elle provoque des accidents, d'ailleurs légers, d'intoxication protéique; c'est donc qu'elle ne diffère pas essentiellement des salives venimeuses des serpents: qualitativement, elle leur est très comparable (au moins est-elle comparable aux venins albumineux purs); quantitativement, elle est moins active au moins vis-à-vis des lapins et dans les conditions que j'ai jusqu'ici réalisées.

L'intoxication protéique est, comme on sait, une intoxication polymorphe: ses manifestations diffèrent selon la voie d'introduction de l'albumine toxique, selon l'espèce de l'animal en expérience, selon que cet animal est neuf ou a été anaphylactisé. Si ma conception est juste, on peut prévoir que les envenimations sont des intoxications polymorphes, leurs manifestations différant selon la voie d'introduction du venin, selon l'espèce animale traitée, selon que l'inoculation du venin a été ou n'a pas été précédée d'autres inoculations, une phase d'anaphylaxie précédant la phase d'immunisation. Et, de fait, les expériences que je poursuis actuellement montrent le bien-fondé de ces prévisions.

ZOOLOGIE. — *Sur le cycle évolutif du Spiroptère du Chien.* Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons décrit, en juillet 1910, une larve de Spiroptère qui se montre répandue avec une profusion extraordinaire dans toute la région des Hauts Plateaux steppiens de l'Algérie : on aura une idée de cette abondance en songeant qu'un seul individu d'*Ateuchus sacer* L. des environs de Boghari a fourni 4948 larves parasites à M. Maupas, qui a eu la rare patience de les isoler et de les compter.

Ces Nématodes vivent encapsulés dans des excroissances de l'épithélium des trachées, excroissances qui sont comparables aux galles des végétaux; dans ces galles, on trouve des larves de deux tailles différentes, les plus petites mesurant 940^{μ}-1550^{μ} de longueur, les plus grandes, de 3000^{μ} à 4250^{μ}; il existe, en outre, entre elles une différence dans la longueur de la cavité buccale qui, très allongée et très étroite mesure 100^{μ} chez les premières, tandis qu'elle n'atteint que 40^{μ} chez les secondes. Cette différence dans la taille et la longueur de la cavité buccale est due à ce que ces larves sont à deux âges différents, séparés par une *mue*. D'ailleurs, les larves les plus jeunes ont déjà effectué une mue, comme l'a vérifié M. Maupas, en faisant éclater avec précaution des capsules fraîches entre deux lamelles : de toutes ces capsules est sortie, en même temps que la larve, une dépouille exuviale très bien conservée, mesurant de 800^{μ} à 820^{μ}; des capsules à larves multiples (jusqu'à 7 de celles-ci), il sort autant de dépouilles que de larves. Les plus jeunes sont donc au *second stade*, les plus grandes au *troisième stade*.

Ce Spiroptère est intéressant par son abondance inouïe dans l'hôte, en l'espèce un Coléoptère coprophage et surtout par la diversité de son habitat : je l'ai trouvé, en effet, non seulement chez plusieurs autres Coprophages, mais encore chez des Batraciens (Crapaud), des Reptiles, des Oiseaux et des Mammifères (Hérisson, Macroscélide, Chauve-Souris).

La grande ressemblance de notre larve avec celle du Spiroptère de la Souris décrite par Leuckart pouvait laisser penser qu'on se trouvait en présence de celle-ci; mais les Rats et Souris de ces régions ne m'ont jamais donné le *Spiroptera obtusa* Rud.; une seule fois, j'ai trouvé dans le cæcum d'une Souris (Bou Saâda) une larve libre, certainement égarée. La méthode expérimentale a confirmé ces résultats : des capsules contenant des larves ont été introduites dans l'œsophage de plusieurs Souris blanches et retrouvées à l'autopsie, réencapsulées à la surface du foie, dans le mésentère et dans la paroi du cæcum, sans avoir subi aucune évolution.

Les observations que nous avons faites nous ont montré qu'il ne fallait pas espérer trouver l'hôte définitif parmi les animaux, tels que le Hérisson, dans lesquels la larve vit encapsulée. Nous sommes arrivé rapidement à

nous convaincre que la forme adulte devait être cherchée dans le Chien et n'était autre que le *Spirura sanguinolenta* Rud. L'autopsie de plusieurs Chiens de la région des Hauts Plateaux, où pullulent les hôtes les plus divers infestés de larves (par exemple les poules), ne nous a jamais permis de constater la présence de larves encapsulées, mais, par contre, celle, *constante*, de kystes à Spiroptères, soit sur les parois de l'œsophage, soit sur celles de l'aorte. Il était indispensable d'appuyer cette conviction sur une expérience d'infestation directe; ce sont les résultats de celle-ci que nous allons faire connaître.

Dans le courant du mois d'octobre dernier nous avons, à plusieurs reprises, infesté un jeune Chien en lui faisant absorber des larves mêlées à ses aliments; le sujet fut laissé tranquille du 25 octobre au 18 novembre; à cette dernière date, je lui donnais quelques capsules, renfermant la larve du troisième stade, prélevées sur un Hérisson; le Chien, ayant été maintenu à l'écart de toute autre voie d'infestation, fut sacrifié le 20 décembre. A l'autopsie, nous avons trouvé l'œsophage et l'estomac indemnes; par contre, l'aorte, depuis son origine jusqu'au diaphragme, était couverte d'une vingtaine de capsules à Spiroptères, dont la plus grosse mesurait 17^{mm} de longueur sur 10^{mm} de hauteur. Les capsules les plus petites, de 3^{mm} environ de diamètre, contenaient des larves encore peu avancées dans leur évolution, provenant de l'infestation du 18 novembre; les plus grandes contenaient des larves très évoluées et même des adultes. Ce sont ces divers états qui vont nous permettre de compléter l'histoire du Spiroptère du Chien.

a. La larve la plus jeune mesure $7^{mm},2$ de longueur et a la couleur sanguinolente caractéristique de l'adulte, mais la conformation des extrémités antérieure et postérieure permet de reconnaître qu'elle est encore au troisième stade. Le grand intérêt de cette forme est qu'elle a été prise précisément au moment où elle allait effectuer sa troisième mue et passer au quatrième stade; l'examen de la région antérieure montre en effet que la cavité buccale du troisième stade, remarquable par sa gracilité (58^{μ} de longueur sur 12^{μ} de largeur), à parois minces, est emboîtée dans une cavité buccale plus large (30^{μ}) et plus courte (50^{μ}), à parois épaisses, présentant vers son tiers antérieur une petite dent triangulaire, cette conformation du vestibule caractérisant la larve du quatrième stade.

L'examen de la région postérieure est non moins instructif : sous la cuticule ancienne on en observe une nouvelle; la forme de la queue, discernable par transparence, s'est modifiée : elle est terminée par un petit bouton arrondi à surface lisse, tandis que chez les larves des deuxième et troisième stades elle présente à son extrémité un petit bouton couvert de pointes.

b. Les larves du quatrième stade sont les plus communes dans les capsules et à des degrés divers d'évolution; à côté d'elles on retrouve la dépouille de la troisième mue; deux particularités sont à signaler dans leur organisation interne : la réduction de la longueur relative de l'œsophage et l'apparition des organes génitaux.

c. La quatrième et dernière mue se produit très tardivement : chez la femelle, elle n'a lieu que lorsque la larve du quatrième stade a atteint une longueur de 30^{mm} environ. Chez ces dernières, observées ainsi au moment où elles vont muer, on retrouve le même emboîtement des cavités buccales signalé plus haut : la cavité buccale du quatrième stade est logée, en partie, dans un vestibule de même forme, mais plus court, plus large et plus évasé au sommet, qui est celui de l'adulte.

Le Spiroptère du Chien présente donc dans son évolution les quatre mues caractéristiques du dévelopement des Nématodes; la jeune larve issue de l'œuf, de 130^{μ} de longueur, pénètre dans l'un de ses nombreux hôtes, s'y encapsule, subit une première mue et passe au second stade; une deuxième mue à l'intérieur des capsules donne la larve du troisième stade; cette dernière, très résistante, ne continue son évolution que dans le Chien, où elle subit les troisième et quatrième mues.

Les Chiens arabes, toujours affamés, s'infestent peut-être par les Coprophages, mais surtout par les Poules, les Hérissons, les Lézards, etc.

Les faits exposés dans cette Note montrent qu'il est impossible de conserver l'assertion émise par Grassi en 1888, d'après laquelle la larve du Spiroptère du Chien vivrait encapsulé dans l'abdomen de la Blatte orientale; les larves encapsulées de cet Orthoptère représentent d'ailleurs un stade évolutif d'un autre Spiroptère, le *Spirura talpæ* Gmel.

ZOOLOGIE. — *Sur la présence en France et sur la biologie de la Teigne des Pommes de terre* (Phtorimæa operculella *Zett.*). Note de M. F. **Picard**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le genre *Phtorimæa* Meyrick, très voisin de *Gelechia* Hb., renferme une espèce, *P. operculella* Zett. (*solanella* Boisd.), dont la chenille vit en mineuse dans les organes de diverses Solanées. Elle occasionne de grands dégâts dans les cultures de Pommes de terre de plusieurs régions du globe, notamment aux États-Unis, où elle fut étudiée par Howard, Warren, T. Clarke, etc., en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Algérie où Ragonot

la trouva en 1875, et enfin en Portugal où sa présence vient d'être constatée. L'insecte est donc cosmopolite et il était à prévoir que la France n'en resterait pas longtemps indemne.

Dès 1906, Lafont (1) le signala dans le Var, à la Môle, près de Cogolin, et c'est dans la même région que j'ai pu le retrouver récemment, avec l'aide de M. Sénéquier, professeur d'Agriculture, et constater l'extension de son aire de répartition. Actuellement la Teigne des Pommes de terre existe dans la partie du versant méridional de la chaîne des Maures qui s'étend depuis la commune de la Lande, à l'est d'Hyères, jusqu'à la Môle, dans l'arrondissement de Draguignan. Collobrières et le versant Nord du massif ne sont pas contaminés. La région la plus atteinte est celle de Bormes où il m'a été impossible en décembre de voir une seule Pomme de terre saine. C'est en 1902 que les cultivateurs de cette commune ont remarqué pour la première fois la présence de la Teigne et, par la suite, les dégâts n'ont pas cessé de s'accroître chaque année. Ils attribuent l'introduction de l'insecte à des achats de Pommes de terre allemandes, ce qui est inexact, *Phtorimæa operculella* n'ayant jamais été observée dans l'Europe centrale ni septentrionale.

La Teigne des Pommes de terre a plusieurs générations annuelles. Ses chenilles d'été minent les feuilles, celles d'automne et d'hiver creusent des galeries dans les tubercules conservés en magasin. Leurs excréments et les moisissures qu'elles contribuent à propager communiquent aux tubercules une odeur infecte qui les fait refuser même par les bestiaux. Ces Champignons n'ont rien de spécifique et le plus commun dans mes élevages était, d'après Foex et Arnaud, le *Styzanus stemonitis* qui vit sur les milieux les plus variés.

Si l'on en croit les auteurs américains, *Phtorimæa operculella* ne pondrait en Californie qu'une vingtaine d'œufs. Ce nombre est beaucoup trop faible. Un couple isolé dès l'éclosion m'a fourni 77 œufs sur un seul tubercule; un autre, dans les mêmes conditions, m'en a donné 76. Les femelles disséquées vierges montrent deux ovaires à quatre gaines repliées en S et légèrement tordues. Chaque gaine renferme une file d'environ 25 œufs ce qui porte à 200 leur nombre total. La ponte ne paraît cependant jamais intéresser la masse entière des œufs et les femelles ouvertes après leur mort en présentent encore un grand nombre en dégénérescence dans les tubes ovariens.

Les œufs sont presque toujours déposés au niveau des yeux de la Pomme de terre, dans les fossettes d'où partent les bourgeons. Sur plusieurs centaines d'œufs examinés, trois seulement furent trouvés à la surface de la Pomme de terre, loin des yeux. Ces œufs, d'un demi-millimètre de long, de forme ovale, sont d'un blanc nacré devenant gris plombé au bout d'une douzaine de jours, ce qui représente, en automne et dans le midi, le temps nécessaire à l'éclosion. La larve sort en découpant une rondelle dans la coque de l'œuf et s'enfonce rapidement dans le tubercule dès qu'elle rencontre sur

(1) F. Lafont, *Un ennemi de la Pomme de terre* (*Progrès agricole et viticole*, Montpellier, 1906).

sa route un bourgeon ou une fissure de l'écorce ; elle paraît en effet ne pouvoir percer celle-ci qu'avec une certaine difficulté.

La nymphose s'opère dans un cocon de soie blanc recouvert de débris et d'excréments, disposé toujours à l'extérieur, soit sur les Pommes de terre, soit beaucoup plus loin, dans les fentes des murailles ou les recoins des celliers, les larves, au moment de se chrysalider, devenant très vagabondes. Le Papillon, qui vit environ trois semaines, paraît doué de phototropisme négatif; sa trompe est assez développée et fonctionnelle car, en captivité, il accepte avidement l'eau sucrée. Les générations chevauchent les unes sur les autres et l'on trouve en toute saison et en même temps des adultes, des chrysalides et des chenilles.

Le seul remède efficace paraît être la désinfection au sulfure de carbone, pratiquée, si possible, dès l'arrachage et plusieurs fois de suite à quelques jours de distance, les larves enfouies dans le tubercule résistant à l'asphyxie. Il faut désinfecter le magasin tout entier pour détruire les chrysalides et les Papillons qui s'y trouvent. L'habitude, dans le Var, de choisir par économie les Pommes de terre parasitées pour les planter doit être abandonnée.

Il n'est pas certain que la Teigne des Pommes de terre ne puisse envahir la France tempérée et causer ainsi de vrais désastres: sa présence en Nouvelle-Zélande semble indiquer qu'elle peut s'adapter aux climats froids. Je tiens de M. de Joannis, qui m'a donné de précieux renseignements bibliographiques, que deux papillons de cette espèce ont été déjà capturés aux environs de Paris. Les primeurs cultivées à Bormes et dans la région présentent, il est vrai, moins de dangers de contagion qu'il ne semble tout d'abord, car elles sont rarement expédiées plus loin qu'Hyères et Toulon et sont presque toujours consommées le jour de l'arrachage. Une petite quantité vient cependant parfois sur le marché de Paris et constitue une menace avec laquelle il faut compter.

La Pomme de terre n'est, en France du moins, parasitée par aucun insecte dont les dégâts puissent être comparés à ceux de ce Lépidoptère. Les cultures de Tabac, attaquées en Amérique, peuvent être envahies chez nous, ainsi que les autres Solanées cultivées, l'Aubergine et la Tomate. Par bonheur, ce fléau n'est que menaçant; localisé dans une aire fort étroite de notre pays, il disparaîtra sans nul doute à la suite des mesures salutaires que prépare l'Administration.

ZOOLOGIE. — *Sur la torsion des* Lernæidæ *et les affinités du genre* Sphyrion (*Cuvier*) *et* Hepatophylus (*n. g.*) Note de M. **A. Quidor**, présentée par M. Yves Delage.

Les *Lernæidæ* sont profondément enfoncés dans l'hôte par leur région antérieure, tandis que leur région postérieure flotte librement dans l'eau. La résistance qu'oppose celle-ci au déplacement de l'hôte ou la vitesse qu'elle possède en traversant les branchies modifie la morphologie primitive du parasite. Dans le premier cas, la région postérieure de l'animal devient parallèle au poisson et, dans le second, le parasite s'incurve quand il atteint les parois de la cavité branchiale. La forme peut alors varier, dans une même espèce, avec la position de l'arc branchial parasite et celle du parasite sur cet arc. L'observation montre qu'il en est ainsi, en particulier, pour *Lernæa branchialis* de *Gadus morrhua*. On observe en outre, dans l'un et l'autre cas, une torsion très nette du parasite autour de son axe longitudinal.

Cette torsion est le résultat du mode de fixation du parasite, des habitudes de l'hôte et de l'action mécanique du milieu externe.

Or l'orientation d'un parasite sur son hôte est constante pour une espèce donnée. Si donc on considère un parasite P fixé dans les téguments d'un hôte déterminé de telle sorte que sa face supérieure soit la face dorsale, un parasite P′ de même espèce dont la position sur ce même hôte sera symétrique de celle de P aura également pour face supérieure sa face dorsale; mais son côté gauche et son côté droit correspondront respectivement aux côtés droit et gauche de P. Il en résulte que si l'influence du milieu a fait subir au parasite P une torsion amenant en $A_1 B_1$ deux de ses points A et B placés primitivement sur sa face dorsale et dans son plan de symétrie, le parasite P′ présentera deux points A'_1 et B'_1 symétriques de A_1 et de B_1 par rapport à l'hôte. La torsion sera donc chez ces deux parasites égale et de sens contraire.

Par définition, cette torsion sera directe ou inverse selon qu'elle se fera dorsalement de la gauche à la droite du parasite et d'avant en arrière ou en sens contraire. Elle est mesurée par l'angle compris entre les rayons menés par les projections, dans un même cercle, des orifices buccal et anal.

Des observations précises, résumées ci-après, confirment ces considérations théoriques.

I.	*Penella dodiontis,*	côté gauche du *Dodion*, torsion inverse de 135°.
	Id.	côté droit du même, torsion directe de 135°.
II.	*Lernænicus sprattæ*,	œil gauche d'*Alosa sardina*, torsion directe de 40°.
	Id.	œil droit d'*Alosa sardina*, torsion inverse de 40°.
III.	*Lernæa branchialis*,	1er arc branchial gauche, torsion inverse de 45°.
	Sur *Gadus morrhua*,	1er arc branchial droit, torsion directe de 45°.

Mais la torsion paraît avoir d'ailleurs, en systématique, un rôle important. Elle permet de séparer nettement les *Lernæidæ* des *Chondracanthidæ* et de ranger parmi les premiers un genre aberrant, le genre *Sphyrion* (Cuvier), classé jusqu'ici parmi les seconds.

La découverte du genre *Hepatophylus* (n. g.), représenté par une seule espèce *H. Bouvieri* (n. s.), relie très nettement, d'autre part, le genre *Sphyrion* aux *Lernæidæ*. Ce parasite est fixé en arrière de la nageoire dorsale d'un *Macrurus*. Il ne laisse en dehors de son hôte que le segment génital avec les deux touffes d'appendices cylindriques qu'il porte de part et d'autre d'un abdomen rudimentaire. Cette région est donc à peu près identique à celle d'un *Sphyrion*. Mais, au cou grêle et noduleux, enfoncé dans l'hôte, fait suite une région céphalique cylindrique, à bouche terminale, à cornes postérieures, plongeant entièrement dans le foie du poisson. La région céphalique a donc des caractères lernéens très nets.

La torsion peut aussi fournir des caractères très précis, quand on connaît la position exacte du parasite sur l'hôte.

C'est ainsi que dans le genre *Penella*, une nouvelle espèce, *P. Liouvillei*, provenant de la seconde *Mission Charcot*, et capturée sur un exocet, diffère de *P. exocœti* (Holten), non seulement par une région céphalique beaucoup plus vigoureuse et par des cornes latérales bifurquées, mais encore par une torsion de sens contraire. Celle-ci est directe pour la première et inverse pour la seconde, bien que les deux parasites observés fussent fixés tous deux sur le côté gauche de leur hôte.

Alors même que le sens de la torsion ne pourrait fournir un caractère précis, lorsqu'on se trouve par exemple en présence de parasites détachés de leur hôte, l'angle de torsion peut contribuer à une diagnose précise. Il en est ainsi, par exemple, pour le genre *Sphyrion*. Une nouvelle espèce, *S. Delagei*, caractérisée d'ailleurs par la forme élégante de son marteau, présente une torsion directe de 45°, alors que celle-ci, de sens contraire, mesure 90° chez *S. australicus* (Thor) et *S. lævigatum* (Cuvier).

En résumé, la torsion est un facteur biologique qui dépend à la fois du parasite, de l'hôte et du milieu. Elle caractérise la plupart des *Lernæidæ* et

peut fournir des caractères spécifiques très précis. Mais de nouvelles études, basées sur l'observation de parasites en place sur leur hôte, seront nécessaires pour en préciser l'importance.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur la ligne d'étapes de la colonne Moinier entre Fez et la côte atlantique* (*Maroc*). Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. H. Douvillé.

J'ai pu, l'été dernier, au moment de la marche sur Fez, étudier avec soin la ligne d'étapes du général Moinier. Partis de Rabat, nos troupes ont suivi le chemin habituel par la plaine des Beni Ahsan, contournant d'abord au Nord, traversant ensuite le massif du Zerhoun, pour atteindre Fez par la plaine de Saïs. Le retour de la colonne s'est effectué jusqu'à Meknès par les Beni Mtir, puis à travers le plateau des Zemmour jusqu'à la côte atlantique ([1]).

Les itinéraires se développent en grande partie sur les dépôts néogènes du détroit Sud-Rifain, chez les Beni Ahsan, les Beni Mtir et les Zemmour, tandis que le Djebel Zerhoun et la bordure méridionale des Beni Mtir à Kasbat el Hajeb sont d'âge secondaire.

1. *Secondaire*. — Les dépôts les plus anciens que j'aie rencontrés se trouvent à Nzala Oudaïa, sur la rive droite de l'Oued Mekkès. Ils sont composés de couches rouges, poudingues, grès, argiles gréseuses avec bancs de sel gemme exploité par les indigènes et lits de gypse, qui représentent le Trias gypseux ; les assises inférieures de poudingues et de grès rouges pourraient appartenir au Permien.

Le Djebel Zerhoun constitue un massif elliptique jurassique émergeant de dépôts miocènes et sillonné de l'Est à l'Ouest par une importante vallée qui sépare deux crêtes rocheuses : celle d'El Harrouchi au Nord, celle du Djebel Kannoufa au Sud. On y rencontre :

a. Les calcaires massifs du Kannoufa et de la Zaouïa Moulaï Idris, d'une centaine de mètres d'épaisseur, surmontés de marnes calcaires avec tronçons de Bélemnites et de bivalves toarciens. Cet ensemble représente le Lias.

b. Au-dessus se montrent des argiles schisteuses avec lits de grès du Jurassique moyen, de plus de 100^m de puissance.

([1]) Je prie M. le général Moinier et son État-Major ainsi que les chefs de colonne, les généraux Dalbiez et Ditte, les colonels Brulard et Gouraud, et l'escadron du 1er Chasseurs d'Afrique qui m'a donné l'hospitalité, d'agréer l'expression de ma gratitude pour l'accueil si cordial qui m'a été fait.

c. Enfin une série du Jurassique supérieur, de 60^m environ, est formée de calcaires entremêlés de lits marneux et de dolomies blanches qui affleurent sur le flanc septentrional du massif et le long de la crête d'El Harrouchi. L'assise supérieure se retrouve au Nord-Ouest du Zerhoun dans le Djebel Tselfat, puis, au Sud, dans la plaine des Beni Mtir à Kasbat el Hajeb.

2. *Néogène.* — Les sédiments néogènes qui s'étalent entre Fez et la côte atlantique, dans le R'arb aussi bien que chez les Beni Mtir et les Zemmour, appartiennent, ainsi que je l'ai signalé en 1909, aux dépôts du détroit Sud-Rifain ; ils sont synchroniques de ceux que j'ai étudiés dans la vallée de la Mlouya au cours de la campagne du général Toutée ([1]).

Les argiles épaisses du R'arb surmontées de grès sableux et de poudingues du deuxième étage méditerranéen, se retrouvent dans la plaine des Beni Mtir et chez les Zemmour. Ils sont recouverts, au Nord du Zerhoun, par les marnes et les calcaires marneux blancs du Miocène supérieur. C'est aux argiles vindoboniennes qu'il faut attribuer l'origine marécageuse de toute la plaine des Beni Ahsan, notamment de la région de Lalla Ito.

J'avais dû jusqu'ici me borner, pour la détermination de cet étage miocène, à la présence de l'*Ostrea crassissima* que j'avais trouvée en plusieurs points au Nord du Zerhoun : la découverte de deux faunules est venue confirmer de façon décisive mes observations antérieures.

Fez se trouve située au bord de la plaine de Saïs qui domine la vallée de l'Oued Sebou. De ce côté les marnes et grès du deuxième étage méditerranéen sont légèrement redressés sur les calcaires jurassiques du Djebel Zalar'. J'ai recueilli entre ce massif et la ville, à la limite des argiles et des grès, une faune de petits Pectinidés du genre *Æquipecten*, voisins de l'*Æquipecten opercularis*, variété du Miocène de Turin décrite par M. Sacco sous le nom de *sexdecimcostatus*, *Æq. multiscabrellus* Sacco, espèce des collines de Turin remarquable par la finesse et le nombre élevé de ses côtes.

Entre Meknès et la côte atlantique, chez les Zemmour, j'ai trouvé une autre faunule dans des conditions de gisement tout à fait identiques près de Souq el Arba ez Zemmouri, dans la coupure de l'Oued Behts. Au sommet d'un mamelon argilo-gréseux (dégagé par le colonel Gouraud au combat de Souq el Arba et que je désignerai sous le nom de sommet Gouraud) j'ai recueilli *Flabellipecten fraterculus* Sacco (= *Pecten Vindascinus* Font.), *Æquipecten* du groupe *scabrellus* (probablement forme ancestrale du *P. sarmenticius* du Sahélien d'Oran et du *P. scabrellus* du Pliocène), *Æquipecten* du groupe *opercularis* Lamk., var. *sexdecimcostatus* Sacco.

Les deux faunes précédentes sont synchroniques ; leur âge ne peut laisser de doute, elles caractérisent le Vindobonien. Il est d'ailleurs impossible de préciser et de dire s'il s'agit de l'Helvétien ou du Tortonien, comme cela a

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, juin 1911, p. 1715.

lieu le plus souvent avec le faciès argilo-gréseux classique du deuxième étage méditerranéen dans l'Afrique du Nord.

Je n'ai rien de nouveau à dire sur les dépôts sahéliens qui surmontent le Vindobonien et que j'ai touchés en un point, au camp Petitjean. Quant aux sables plaisanciens de la côte, ils s'étendent à l'intérieur sous la forêt de Mamora et sur le plateau des Zemmour, prenant parfois de ce côté l'aspect de dunes.

Tectonique. — Au point de vue tectonique, l'allure des couches secondaires des régions qui nous occupent est fort instructive.

Le Jurassique du massif du Zerhoun constitue un dôme allongé dans le sens E.-W., ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte par le plongement constant de ses assises sous les dépôts miocènes. La terminaison périclinale de ce brachyanticlinal est surtout visible à l'Ouest, du côté des ruines romaines de Volubilis. Ce pli est en grande partie décapé du côté Sud, laissant à nu, dans le Djebel Kannoufa, les calcaires liasiques qui forment un anticlinal droit dont le flanc méridional, faisant face à Meknès, est recouvert par les argiles et grès vindoboniens. La série jurassique se développe au Nord de ce pli jusqu'au camp Petitjean (Nzala Beni Omar). Au Nord-Ouest le Djebel Tselfat m'a paru, à distance, offrir une structure analogue ; au Nord-Est l'affleurement triasique de l'Oudaïa semble appartenir à un dôme éventré qui laisserait apparaître son noyau permo-triasique. Enfin la vallée de l'Oued Zegota, comprise entre ces différents plis, forme une cuvette synclinale postérieurement comblée par les dépôts supérieurs du Miocène qui se montrent, à partir du Vindobonien, partout transgressifs sur le Secondaire.

Des accidents plus récents ont intéressé le Miocène, provoquant l'intrusion du Trias gypseux dont les pointements jalonnent des plis-failles.

Si l'on se reporte au Sud, au delà de la plaine de Saïs et des Beni Mtir, on constate que le Jurassique du plateau de Kasbat el Hajeb est à peu près horizontal, affecté seulement de très légères ondulations et de fractures, et offrant ainsi *le régime tabulaire de la Meseta marocaine ;* tandis que le système plissé du Moyen-Atlas commence au delà, dans la région d'Azrou.

Ainsi se trouve confirmé ce que j'avais fait entrevoir : *les reliefs secondaires de la région de Fez (Dj. Zerhoun, Zalar', etc.) appartiennent encore à la chaîne plissée du Rif ; ils émergaient dans les eaux du détroit Sud-Rifain. Celui-ci était limité au Sud par le plateau tabulaire des Beni Mtir qui forme le prolongement de la Meseta marocaine qui vient ainsi s'interposer entre le Rif et le Moyen-Atlas.*

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le profil en long et l'alluvionnement du cañon du Rhône.* Note ([1]) de M. **E.-A. Martel.**

Le cañon du Rhône, de Bellegarde à Pyrimont, s'est encaissé de 30^m à 140^m, et sinueusement, sur 12^{km}, dans les grandes diaclases du calcaire urgonien, élargies et approfondies par l'érosion (mécanique), la corrosion (chimique) et la pression hydrostatique du cours d'eau.

Son profil en long est encore bien loin de la courbe régulière d'équilibre théorique, comme ceux du Verdon, des clues du Var, de la haute Durance, etc. (voir *Comptes rendus*, 4 mars 1907).

La pente du fleuve est de 2,069 pour 1000 de la frontière suisse à la chute de la perte du Rhône; — de 4,875 pour 1000 de celle-ci à Génissiat (3,75 pour 1000, si l'on déduit les 9^m de la chute; mais 6,545 pour 1000 du sommet de cette chute au pied de celle de la Glière); — et de 0,714 pour 1000 seulement de Génissiat à Pyrimont (voir *fig.* 1).

C'est-à-dire qu'entre les mollasses d'amont et les alluvions d'aval, les bancs les plus résistants du calcaire urgonien imposent encore au profil du Rhône une bosse et des accidents irréguliers.

Pour le fond du lit, les sondages exécutés de 1909 à 1911 par la Société française des forces hydrauliques du Rhône (de Bellegarde) d'une part et par M. Lugeon d'autre part, ont révélé les faits représentés sur ma figure 2, faits que les caprices de la fissuration des calcaires expliquent tout naturellement.

Il en résulte que :

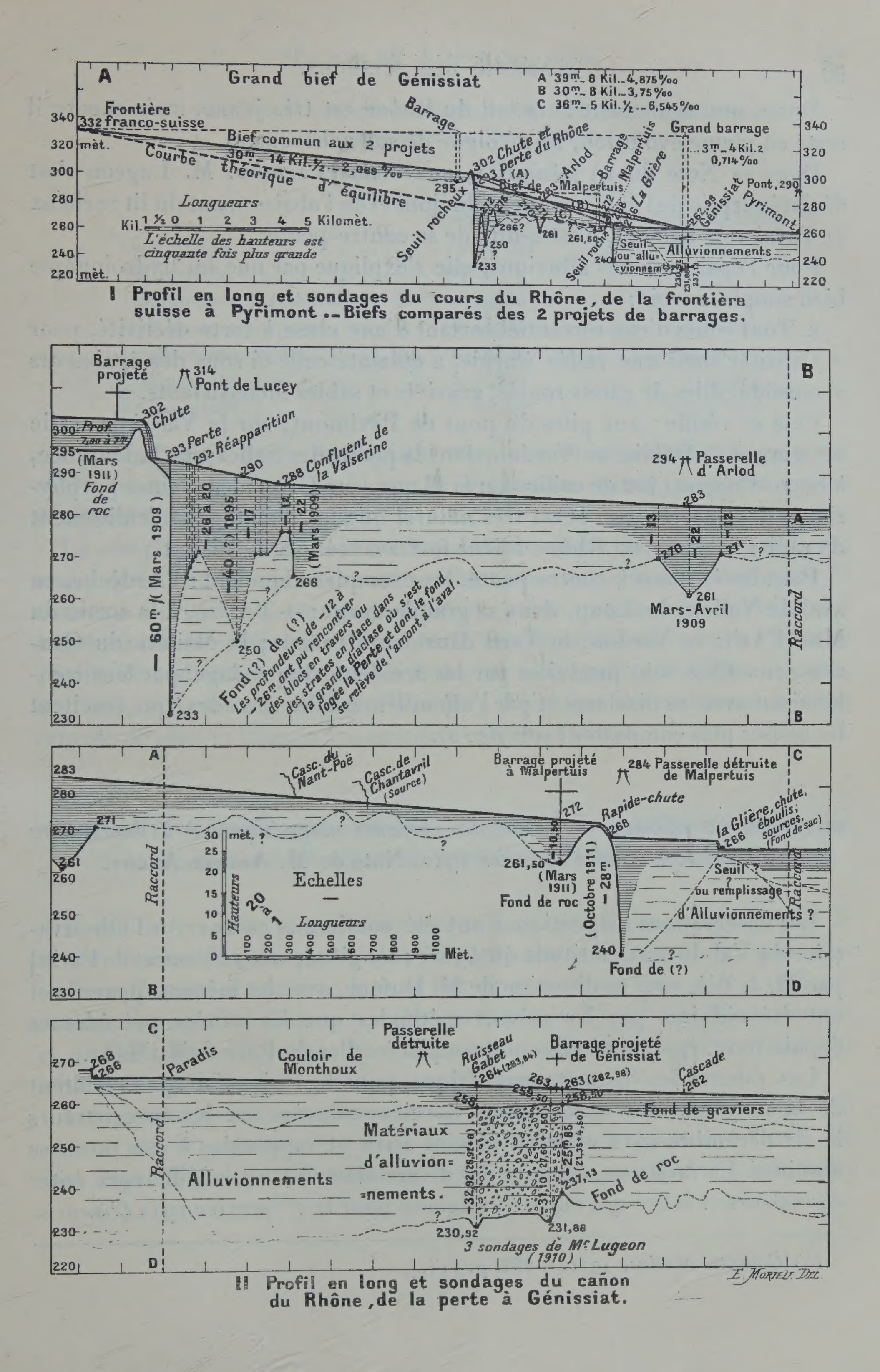
1° Le Rhône, à sa perte, s'engouffre dans une grande diaclase du Calcaire (profonde de 60^m), où d'*horizontal son cours est devenu vertical;* c'est ce que j'avais prévu et expliqué dès 1904;

2° Le fond du lit présente la plus grande irrégularité;

3° Deux seuils rocheux résistants ont créé la cascade de la perte et le rapide-chute de Malpertuis, celui-ci suivi d'un second rétrécissement du Rhône dans une diaclase (${28}^m$ sans compter les alluvions probables);

4° A l'aval de Malpertuis l'atténuation de la pente et l'élargissement du thalweg ont fait passer le cours d'eau de la phase transporteuse à la phase déposante; ainsi les graviers, galets, etc., se sont accumulés au fond du lit jusqu'à $27^m,60$.

([1]) Présentée à la séance du 2 janvier 1912.



I Profil en long et sondages du cours du Rhône, de la frontière suisse à Pyrimont. — Biefs comparés des 2 projets de barrages.

II Profil en long et sondages du cañon du Rhône, de la perte à Génissiat.

Donc, non seulement le cañon du Rhône est très jeune, mais encore il reste en pleine évolution, très éloigné de son achèvement.

Dans sa Note du 19 juin 1911, aux *Comptes rendus*, M. Lugeon s'est déclaré surpris de l'épaisseur des alluvions et de l'abaissement du lit rocheux de l'aval vers l'amont, c'est-à-dire de sa contre-pente.

Pour l'épaisseur des alluvions, elle s'explique par une loi hydrologique bien simple, savoir :

« Tout cours d'eau torrentiel sortant d'une cluse à forte déclivité, pour » s'apaiser dans une vallée élargie, a colmaté celle-ci sous des épaisseurs » considérables de galets roulés, graviers et sables inconsistants. »

Cela se vérifie : aux piles du pont de Pyrimont; sur le Var, à la sortie des gorges de Daluis; au Verdon, dans la plaine des Salles; sur la Durance, à Serre-Ponçon (42^{m} de cailloux); la Meuse vers Givet; les ravines porphyriques de l'Esterel, etc. Il est très naturel que le colmatage et l'enlisement du radier rocheux du Rhône soient fort avancés dès Génissiat.

Pour les érosions à contre-pente, les exemples abondent : l'Ardèche, en aval de Vallon; Le Loup, dans sa grande gorge; — l'Arize, à la sortie du Mas d'Azil; le Verdon, le Tarn dans leurs cañons; la Mzimta du Caucase, etc. Elles sont produites par les accidents du pendage, par leur combinaison avec les diaclases et par l'affouillement des cascades, que suscitent les assises plus compactes (voir *fig.* 2).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au* 1er *janvier* 1912. Note de M. **Alfred Angot.**

Les observations magnétiques ont été continuées en 1911, à l'Observatoire du Val-Joyeux [latitude 48°49′16″; longitude 0°19′23″ ouest de Paris] par M. J. Itié, sous la direction de M. Dufour, avec les mêmes appareils et ont été réduites par les mêmes méthodes que les années précédentes depuis 1901, époque où elles ont remplacé celles du Parc-Saint-Maur.

Les valeurs des éléments magnétiques pour le 1er janvier 1912 résultent de la moyenne des observations horaires relevées sur les enregistreurs le 31 décembre 1911 et le 1er janvier 1912 et rapportées à des mesures absolues. La variation séculaire des divers éléments est la différence entre ces valeurs et celles qui ont été indiquées pour le 1er janvier 1911 [1].

---

(1) *Comptes rendus*, 1911, t. 152, p. 113.

Valeurs absolues et variations séculaires des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

	Valeurs absolues pour l'époque 1912,0.	Variation séculaire.
Déclinaison	14° 13′,43	−8′,51
Inclinaison	64° 41′,1	−1′,5
Composante horizontale	0,19739	0,00000
Composante verticale	0,41731	−0,00045
Composante nord	0,19134	+0,00012
Composante ouest	0,04850	−0,00047
Force totale	0,46164	−0,00041

La diminution de la déclinaison s'est encore accélérée cette année : 8′,51 au lieu de 7′,31 en 1910; la diminution totale pour les quatre dernières années est de 29′,47.

La composante horizontale avait passé par un maximum en 1906-1907; mais, après avoir diminué ensuite pendant deux ans, elle avait augmenté de nouveau en 1910. Cette augmentation paraît maintenant arrêtée. Le maximum de la composante horizontale s'est produit, en 1902, à Pavlovsk (Saint-Pétersbourg), en 1904, à Pola, en 1904-1905, à Potsdam et enfin, en 1906, à Kew et à de Bilt (Utrecht). L'époque du maximum a donc retardé de plus en plus en Europe de l'Est vers l'Ouest.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur moyenne de la nébulosité à l'époque de la prochaine éclipse totale de Soleil.* Note de M. **Alfred Angot.**

Il est intéressant, pour l'observation de la prochaine éclipse totale de Soleil, de connaître les probabilités de beau temps le long de la ligne centrale en France. J'ai utilisé dans ce but vingt années (1891-1910) d'observations de nébulosité dans les observatoires du Parc Saint-Maur (Paris) et du Petit-Port (Nantes). Ces observations sont faites toutes les heures à Saint-Maur et toutes les trois heures à Nantes.

Les nombres suivants donnent les valeurs moyennes de la nébulosité entre 9^h et 15^h, pour les cinq jours au milieu desquels tombe le 17 avril. Ils sont exprimés, comme d'ordinaire, de 0 (ciel pur) à 10 (ciel complètement couvert).

Valeurs moyennes de la nébulosité.

	Avril. 15.	16.	17.	18.	19.	Moyenne.
Paris	5,7	5,6	6,5	6,3	5,5	5,9
Nantes......	6,3	5,7	5,1	6,1	6,7	6,0

Au point de vue des moyennes, les deux stations sont donc pratiquement équivalentes.

Le Tableau ci-dessous indique la fréquence, pour 100, des divers degrés de nébulosité pendant ces cinq jours :

Fréquence des divers degrés de nébulosité entre le 15 et le 19 avril, de 9^h *à* 15^h.

	0,0.	De 0,1 à 2,0.	De 2,1 à 4,0.	De 4,1 à 6,0.	De 6,1 à 8,0.	De 8,1 à 9,9.	10,0.
Paris....	7	11	10	19	22	23	8
Nantes...	4	9	17	14	29	21	6

Si l'on considère comme très favorables les cas où la nébulosité ne dépasse pas 2 et comme très défavorables ceux où elle est supérieure à 8, on a donc :

	Cas favorables.	Cas défavorables.
Paris............................	18	31
Nantes...........................	13	27

Les différences entre les deux stations ne dépassent pas l'erreur probable des moyennes. On peut donc estimer que la moyenne des valeurs obtenues à Paris et à Nantes donne bien les chances de beau ou de mauvais temps tout le long de la ligne centrale de l'éclipse, en France, du golfe de Gascogne jusqu'à la région de Paris.

La séance est levée à 4 heures un quart.

Ph. v. T.